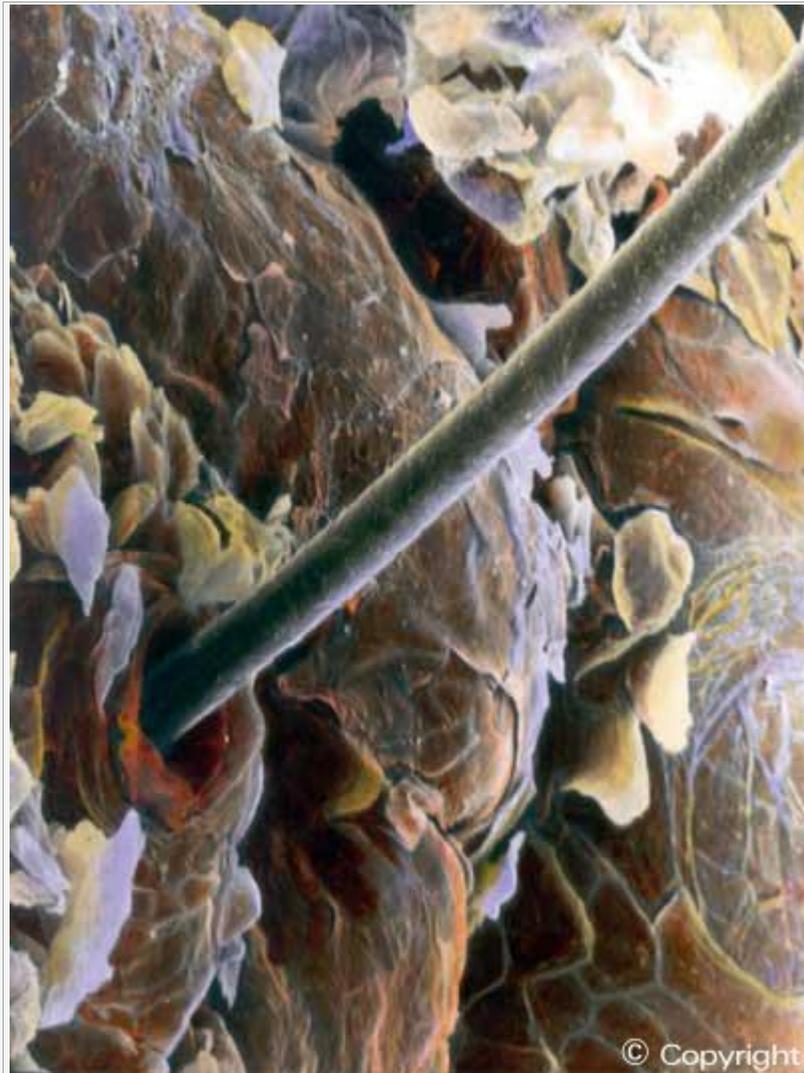


**IMMAGINI AL MICROSCOPIO ELETTRONICO A SCANSIONE  
DEI VARI ORGANI DEL CORPO UMANO**



**1 - IL PELO**

Il pelo di un braccio, così come appare al microscopio elettronico a scansione, assomiglia ad un tronco d'albero che cresce su uno strano terreno, pieno di foglie morte: cioè la cute, con le sue cellule de-squamate.

Guardando da vicino il pelo si scopre la sua struttura a scaglie: si tratta di cellule appiattite ed embricate quasi come tegole.

In ogni singolo pelo possono esservi centinaia di migliaia di cellule! Esse contengono cheratina (una proteina dura che si trova anche nelle unghie e nelle corna degli animali) che conferisce resistenza e impermeabilità al pelo. Alla base del pelo uno speciale muscolo erettore, contraendosi, provoca un suo parziale raddrizzamento (freddo, paura, allarme ecc..).

Guardando il <terreno > ricoperto di cellule morte della cute (che è l'organo con un elevato ritmo di rinnovamento cellulare), si vedono numerosi solchi. Tali solchi nei polpastrelli delle dita formano le impronte digitali. Queste impronte esistono ovunque nella cute, sia pure in modo meno accentuato.

Il pelo sembra essere qualcosa di molto diverso dalla cute: in realtà l'origine è comune. il pelo è una modificazione dell'epidermide, destinato a svolgere, in modo diverso, la stessa funzione: quella di protezione del corpo, in particolare contro le intemperie. In alcuni animali questa foresta di <tronchi di albero > ricopre quasi tutto il corpo.

La larghezza di tutta questa pagina corrisponde ad 1/6 di mm. Occorrono cioè 6 pagine (messe l'una accanto all'altra) per fare 1 mm Questa pagina è larga 30cm x 6 = 180 Ingrandimento 1800x.



## 2 - LA CORNEA

Questo pavimento di cellule è la cornea, il rivestimento della porzione anteriore dell'occhio. E' un sottilissimo tessuto, elastico e resistente, che proprio grazie alla sua perfetta regolarità, consente trasparenza e uniformità di penetrazione alla luce che entra.

Questo strato epiteliale è protettivo per l'occhio, come un vetro per un orologio. Anzi, è incastrato sull'occhio proprio come un vetro d'orologio, a forma di lente leggermente convessa. E ha una funzione di prima messa a fuoco, concentrando i raggi di luce in arrivo verso il < punto focale >.

Una delle caratteristiche della cornea è di essere, per così dire, quasi un tessuto estraneo al resto del corpo: infatti la cornea non è in contatto con la circolazione del sangue (il nutrimento le arriva attraverso l'umore acqueo e per filtrazione). Questo fa sì che essa può essere facilmente trapiantata, poiché gli anticorpi presenti nel sangue non la raggiungono, e non provocano rigetto.

Questa finissima trama di cellule (l'intera pagina qui rappresentata misura in realtà meno di un millimetro) permette di trattenere le secrezioni della congiuntiva e mantenerne lubrificata la superficie.

La cornea serve inoltre per evitare la frizione delle palpebre, per umidificare la superficie anteriore del bulbo oculare e per dare lucentezza agli occhi.

Larghezza della pagina 1/5 di mm occorrono cioè 5 pagine per fare 1 mm  
Ingrandimento 1500x.



### 3 - LALENTE O CRISTALLINO

Ecco al microscopio il segreto della vista: la struttura a pettine del cristallino (cioè dell'<obiettivo> dell'occhio). I <dentini > che si vedono sono i punti in cui le singole fibre si uniscono incastrandosi in modo da costruire un tessuto elastico e trasparente. E' grazie a questa struttura che il cristallino può contrarsi, regolando la messa a fuoco dell'occhio.

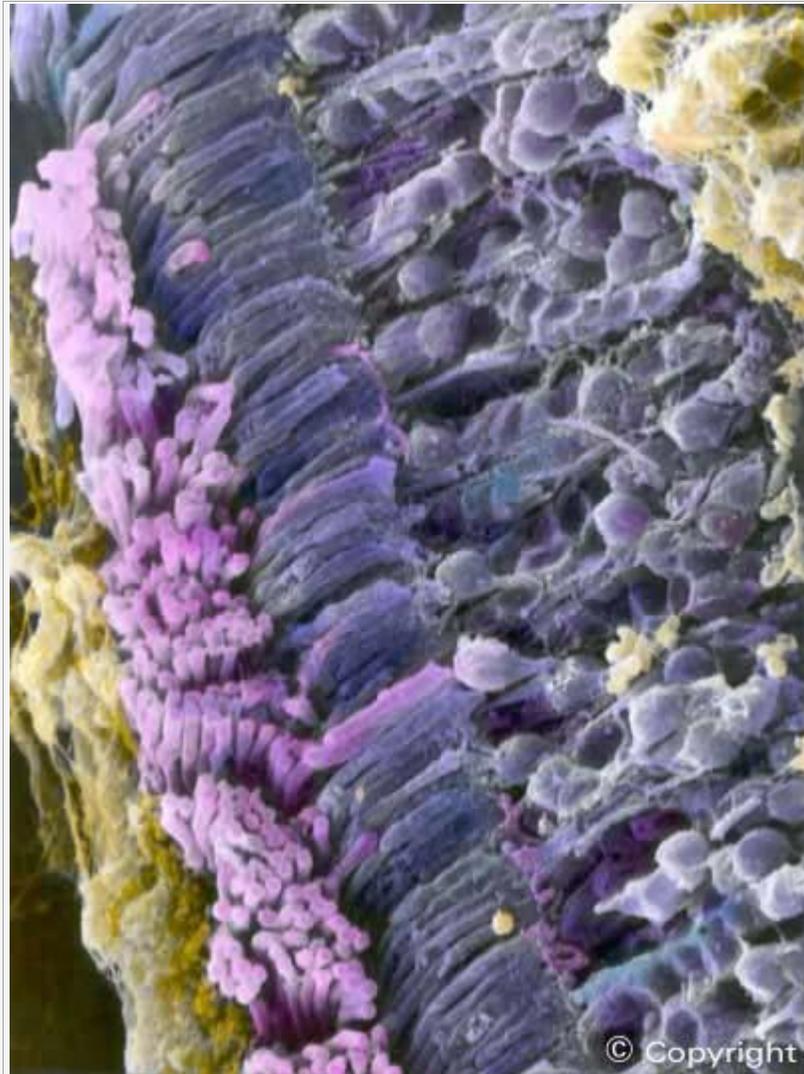
I muscoli ciliari infatti agiscono su queste cellule come su una fisarmonica, modificando la loro curvatura (così come potrebbe avvenire su una lente di gomma) e permettendo la messa a fuoco fine delle immagini.

Con l'invecchiamento diminuisce l'elasticità del sistema, e la funzione visiva è compromessa. Diventa più difficile vedere da vicino.

C'è però una soluzione, che l'uomo ha inventato: trasferire all'esterno questa <curvatura > elastica, usando, per così dire, cristallini artificiali e cioè gli occhiali.

Larghezza della pagina 1/80 di mm occorrono cioè 80 pagine per fare 1 mm

Ingrandimento 24000x.



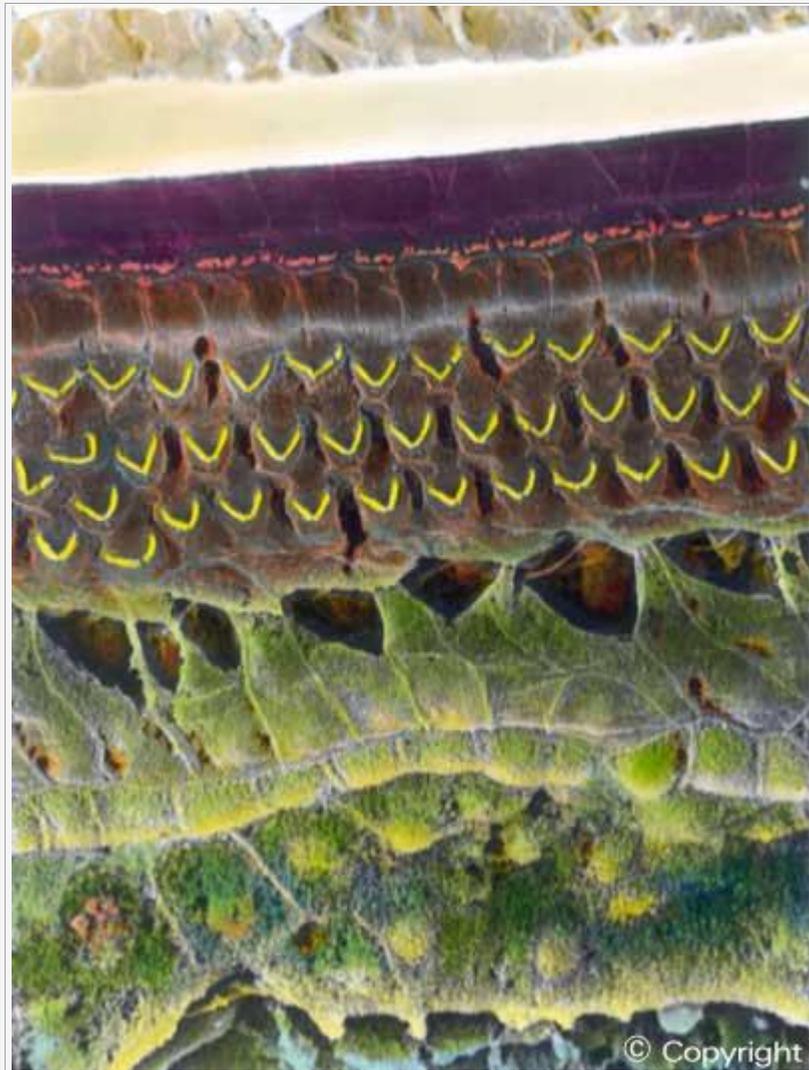
#### 4 - LA RETINA

Quella che vediamo qui è una delle strutture più raffinate e complesse del corpo umano: la retina. 130 milioni di cellule nervose, con i loro filamenti e i loro nuclei (chiaramente visibili nella immagine) foderano l'interno dell'occhio. Questa fittissima rete nervosa riceve i raggi luminosi dall'esterno, che vengono continuamente a proiettarsi sulla superficie posteriore dell'occhio, come sul fondo di una camera fotografica. Le singole cellule reagiscono continuamente alla quantità di luce che ricevono, e alle sue variazioni.

Qui noi vediamo, sezionate, un solo tipo di cellule foto-sensibili: i bastoncelli (vi sono anche i cono). Queste cellule contengono degli speciali pigmenti che si decompongono non appena vengono colpiti dalla luce (per riformarsi poi subito dopo). Ciò dà luogo a continue reazioni chimiche che generano impulsi elettrici: dalla retina fluisce così una specie di corsa a staffetta elettro-chimica che, lungo una catena di neuroni, arriva fino al cervello.

La cosa straordinaria che si è scoperta è che di queste cellule alcune reagiscono ai punti, altre alle linee orizzontali, altre a linee verticali, o oblique, altre ai chiaroscuri o a certi contrasti di luce ecc. Questo mosaico di impulsi viene ricomposto e integrato nel cervello, consentendo la <visione>: quella che noi chiamiamo vista.

larghezza della pagina 1/23 di mm occorrono cioè 23 pagine per fare 1mm  
Ingrandimento 6900x.



## 5 - LA MACCHINA PER UDIRE

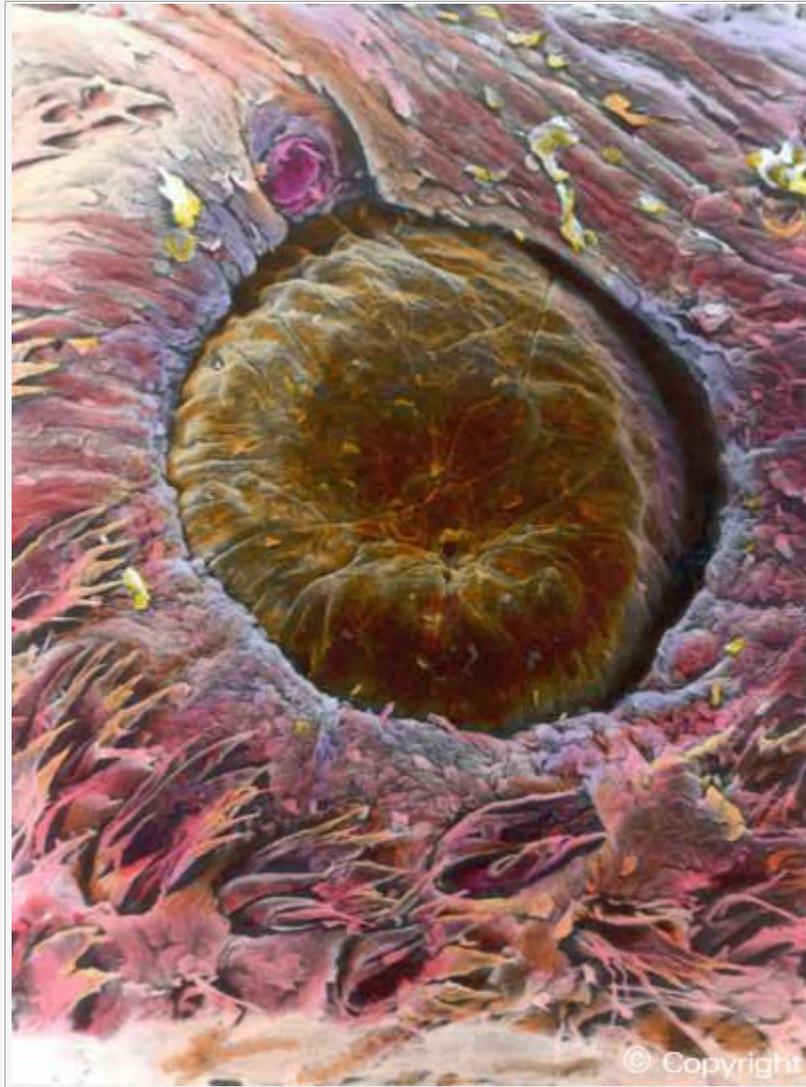
Questo strano paesaggio è l'interno dell'orecchio, là dove una struttura ossea a forma di chiocciola (la coclea) racchiude un meccanismo che trasforma i suoni, le voci, i rumori e le musiche in impulsi elettro-chimici per il cervello.

Il segreto di questa trasformazione risiede nelle cellule acustiche, che si presentano qui come tanti accenti circonflessi (nella pagina seguente si possono osservare in dettaglio).

Il meccanismo, scoperto dall'italiano Alfonso Corti nel XIX secolo, è molto raffinato, ma si basa su un concetto semplice. Tutta la struttura acustica è composta da cellule acustiche, immerse in un liquido. Qui ne vediamo solo una piccola parte, ma in realtà sono oltre 25.000).

Un sistema di membrane elastiche fa sì che questo liquido trasmetta ovunque le vibrazioni acustiche che provengono dall'esterno. La coclea, infatti, è colpita da un sistema di ossicini (la staffa, l'incudine e il martello) così come una batteria è colpita dalla bacchetta, quando si schiaccia il pedale. A seconda dell'intensità e della frequenza dei <colpi >, si creano pressioni e vibrazioni interne nel liquido coclearie. Tali vibrazioni vengono captate dalle cellule acustiche e inviate al cervello per l'interpretazione.

larghezza della pagina 1/6 di mm occorre cioè 6 pagine per fare 1 mm Ingrandimento 1800x.



## 10 - PAPPILLA GUSTATIVA

Ecco il segreto del gusto.

Questo fungo è una papilla gustativa della lingua (papilla vallata). Protetta nella sua tana, è una macchina chimica per interpretare il sapore delle sostanze che entrano nella bocca; e trasmettere poi queste informazioni a delle terminazioni nervose sottostanti (le quali, a loro volta, le invieranno al cervello).

I recettori cellulari, sotto forma di minuscoli <calici o gemme o boccioli gustativi > , si trovano all'interno delle papille, e bisogna entrare sotto il <fungo > per trovarli, incastrati come gemme nella parete laterale della papilla. C'è un sistema continuo di pulitura per tenere libero il vallo che circonda la papilla, e lasciar così passare le sostanze. La pulitura è assicurata dalla produzione continua di getti di liquido salivare.

I gusti di base sono quattro: dolce, acido, salato e amaro. Secondo certe teorie vi sarebbero zone specializzate delle papille gustative per ognuno di questi sapori. Essi si combinano tra loro (e si combinano poi con gli odori, cioè con le percezioni olfattive) per dar luogo a un'unica sensazione nel cervello. E' il cervello infatti che fa la sintesi di tutti questi stimoli nervosi, per costruire un <cocktail > caratteristico di ogni sostanza. In proposito, va detto che noi tendiamo a dimenticare il ruolo dell'olfatto nella percezione dei sapori. Basta raffreddarsi per accorgersene: quando siamo raffreddati le papille gustative continuano a funzionare, ma noi diciamo che <non sentiamo più i gusti >. In realtà non sentiamo più gli odori.

In un adulto ci sono una decina di papille gustative di tipo vallato. Esse rispondono prevalentemente al sapore amaro, e occupano la parte posteriore della lingua.

Le gemme gustative (o calici gustativi) sono circa 9000 e sono contenute non solo nelle papille vallate, ma anche nelle altre papille. Un neonato ne ha molte di più. Alcune si trovano anche nella superficie interna delle guance. E perfino nella laringe.

larghezza della pagina 2 mm occorre cioè mezza pagina per fare 1 mm Ingrandimento 150x.



## 11 - L'ESOFAGO

Sulle cellule dell'epitelio esofageo scivola tutto il cibo che ingeriamo, dopo che è diventato bolo alimentare per effetto della masticazione. Queste cellule costituiscono le pareti dell'esofago e sono osservate a notevole ingrandimento.

Il microscopio a scansione consente di capire il segreto dello <scorrimento > dei bocconi: esso è dovuto alla struttura apparentemente rugosa che vediamo nella fotografia. Essa è in realtà un sottile labirinto di crestoline della superficie cellulare, che ricorda quello delle impronte digitali. Qui viene riversato e si trattiene il muco, realizzando così un sistema anti-frizione.

Il muco viene secreto da speciali ghiandole contenute nelle pareti dell'esofago (analoghe a quelle sebacee, che secernano il sebo, materiale simile alla cera e che contiene grassi); esse tengono il condotto continuamente lubrificato. Ciò fa sì che le pareti siano viscide, permettendo al bolo di scivolare verso lo stomaco.

Anche questo tessuto è naturalmente stratificato, come la cute, per essere adattato a un continuo ricambio. Le continue frizioni, infatti, dovute al passaggio del cibo ancora semigrezzo, richiedono un rinnovo continuo. E anche una certa resistenza: per questa ragione si tratta di un epitelio più duro. In certi animali, come i ruminanti, è addirittura cornificato. Sotto lo strato epiteliale corrono i muscoli. L'esofago è infatti un organo muscolare, quasi sempre contratto (e dunque con lume virtuale che diventa reale solo al passaggio del bolo alimentare).

larghezza della pagina 1/50 di mm occorrono cioè 50 pagine per fare 1 mm  
Ingrandimento 15000x.



## 12 - LO STOMACO

Nello stomaco milioni di ghiandole (situate nel fondo delle ghiandole gastriche <pozzetti >) producono i succhi gastrici per attaccare gli alimenti ingeriti. Questi succhi contengono soprattutto acido cloridrico, ma anche pepsina per cominciare a digerire le proteine.

E' in pratica una potente vasca chimica, dove i continui movimenti generati dalla robusta parete muscolare rimescolano tutto, come in un'impastatrice. Questo lavoro di impasto dura per circa 3 ore. E' qui, tra l'altro, che viene assorbito direttamente l'alcool (e ciò spiega la rapidità della sua azione).

Per proteggere se stesso dagli acidi, e non essere a sua volta digerito, lo stomaco è ricoperto da un tappeto di muco neutro. Quando questa funzione si altera (o perché non funzionano bene gli enzimi che producono muco, o per problemi vascolari o nervosi) si può produrre un'erosione: cioè un'ulcera. Essa a volte provoca addirittura una perforazione.

Nella fotografia si vedono bene le singole cellule, distintamente delineate: non hanno vita lunga, proprio perché sono sottoposte ad un lavoro continuo. Nel giro di qualche giorno le cellule che vediamo qui verranno tutte sostituite.

Una volta che il cibo è stato ben lavorato da questa impastatrice chimica, è pronto per la seconda fase del trattamento: e cioè la digestione nell'ambiente alcalino del duodeno, a cui seguirà la terza fase dell'assorbimento, cioè del prelievo delle sostanze nutritive. Per questo il cibo, dal duodeno, viene sospinto a fiotti nell'intestino tenue.

larghezza della pagina 1/10 di mm occorrono cioè 10 pagine per fare 1 mm

Ingrandimento 3000x.



### 13 - VILLI INTESTINALI

Questi strani spuntoni sono i villi intestinali. Cioè delle protuberanze dell'intestino tenue destinate ad assorbire le sostanze nutritive. Ve ne sono circa 3000 in un centimetro quadrato.

Nella catena di smontaggio del cibo qui ha luogo una nuova fase: il cibo viene aggredito da nuovi enzimi, prodotti dalle innumerevoli ghiandole dell'intestino, dal pancreas e dalla bile del fegato, che lo riducono a livello di molecole. E' così che può venir assorbito dai villi, che sono come pompe aspiranti. Esse si comportano come un soffiato, grazie a una struttura interna muscolare, e le sostanze aspirate vengono a contatto con una ricca rete vascolare. Il movimento crea un risucchio, e ciò facilita l'assorbimento delle sostanze. Per rendere possibile questo processo in tempi brevi, occorrono moltissimi villi, e quindi una grande superficie intestinale. E' per questa ragione che l'intestino tenue è lunghissimo, circa 6 metri (ed è tutto "ad anse" per essere contenuto in poco spazio). Inoltre i villi, con le loro estroflessioni, aumentano la superficie assorbente.

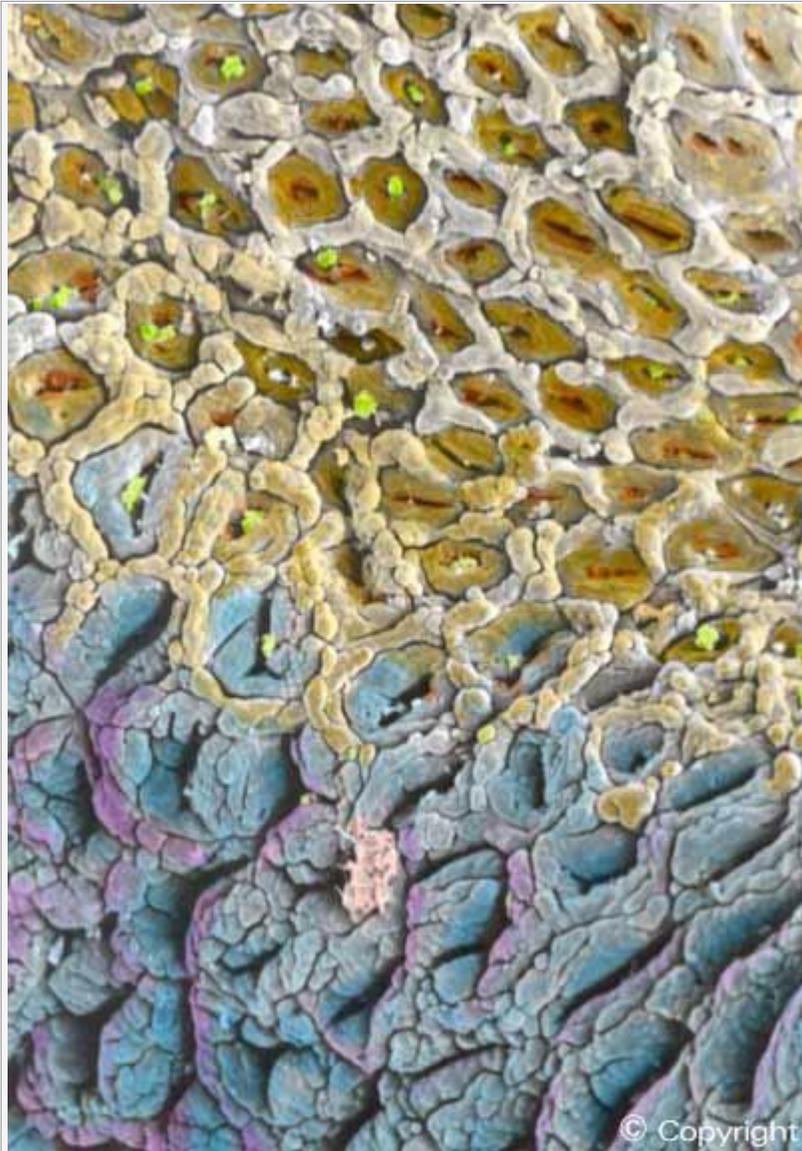
Non solo, ma ognuno di questi villi è composto da molte migliaia di cellule; e ogni cellula ha, a sua volta, in superficie molte centinaia di microvilli.

Ciò significa che, in definitiva, ogni centimetro quadrato di superficie intestinale contiene circa un miliardo e mezzo di microvilli.

Qualcuno ha calcolato che in questo modo la superficie assorbente dell'intestino tenue è di circa 300 metri quadrati (come un grande appartamento).

Molte di queste cellule si sfaldano, naturalmente, e muoiono (circa 100 grammi al giorno di sole membrane cellulari, l'equivalente di un panino). Esse, nell'ultimo tratto del canale digerente, vengono riassorbite e riciclate. Niente va perso.

larghezza della pagina 1/2 di mm occorrono cioè 2 pagine per fare 1 mm  
Ingrandimento 600x.



#### 14 - TRA IL TENUE E IL CRASSO

Con un effetto di colori è possibile vedere meglio la zona di transizione tra le due grandi parti dell'intestino: dal tenue (azzurro) si passa al crasso (beige).

In quest'ultima parte del tenue, l'ileo, i villi intestinali si fanno più bassi e più radi, fino a scomparire. Il tessuto cambia forma e si vedono al posto dei villi le ghiandole del crasso, che producono muco.

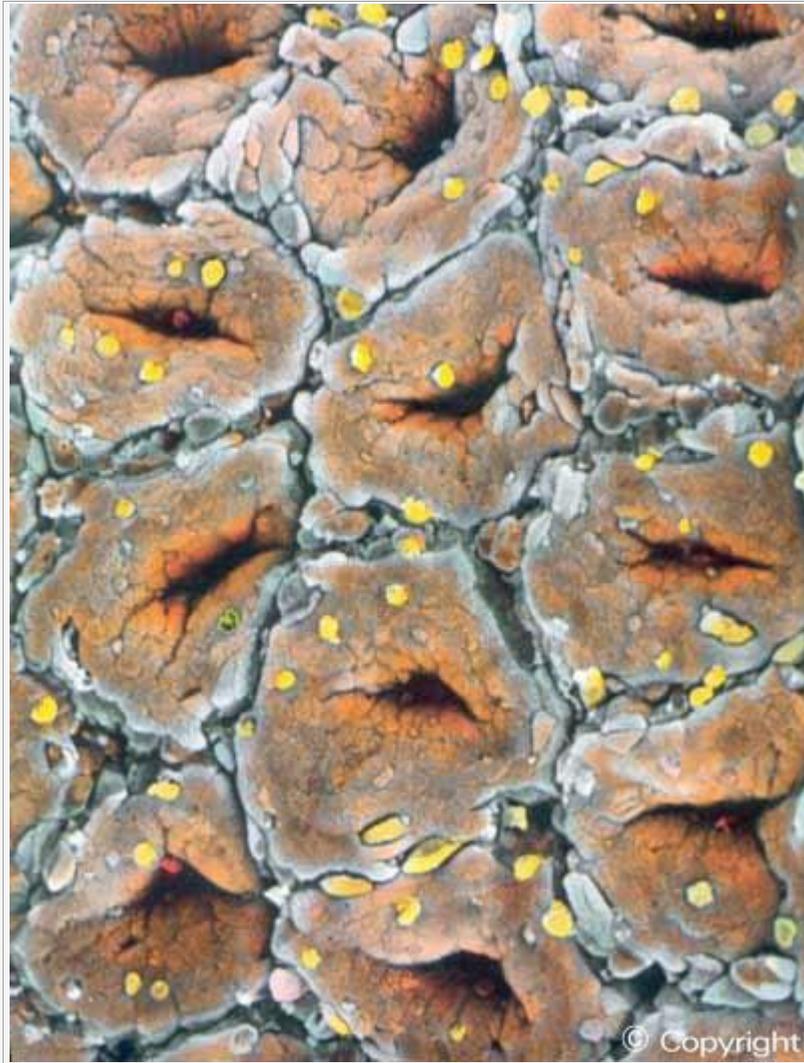
Il crasso (cieco-colon-retto) è breve: circa 2 metri (ma si tratta pur sempre di una ragguardevole lunghezza). Qui avviene soprattutto l'assorbimento dell' acqua.

I cibi contengono infatti una grandissima quantità d'acqua, senza contare i liquidi che ingeriamo e quelli che produciamo nelle secrezioni del tubo digerente (succo gastrico, bile, liquido pancreatico ecc). E l'acqua, si sa, è il costituente principale del nostro corpo: noi siamo fatti per circa due terzi d'acqua (il neonato è acqua al 90%...)

In questo passaggio tutto il prodotto ingerito, più i liquidi intestinali, si riducono enormemente di volume.

E' in quest'ultima parte dell'intestino, infine, che tutto ciò che non è digeribile e assorbibile viene <impacchettato > e lubrificato per essere eliminato come "feci".

larghezza della pagina 1 mm occorre cioè 1 pagina per fare 1 mm Ingrandimento 300x.



## 15 - IL COLON

Qui siamo nel colon, e sono ben visibili gli orifizi delle ghiandole che producono muco. In questo microcosmo vivono, a loro agio, grandi colonie di batteri. E' la cosiddetta <flora intestinale >, che nel colon ha una funzione molto importante: quella di digerire la cellulosa. Per conto nostro.

Infatti mentre le altre sostanze nutritive come zuccheri, grassi, proteine, vengono assorbite direttamente dall'intestino, i vegetali non sono assorbiti. L'evoluzione ha trovato da tempi immemorabili, una soluzione molto semplice: farli mangiare dai batteri, che in questo modo li trasformano in prodotti più semplici che poi l'intestino assorbe.

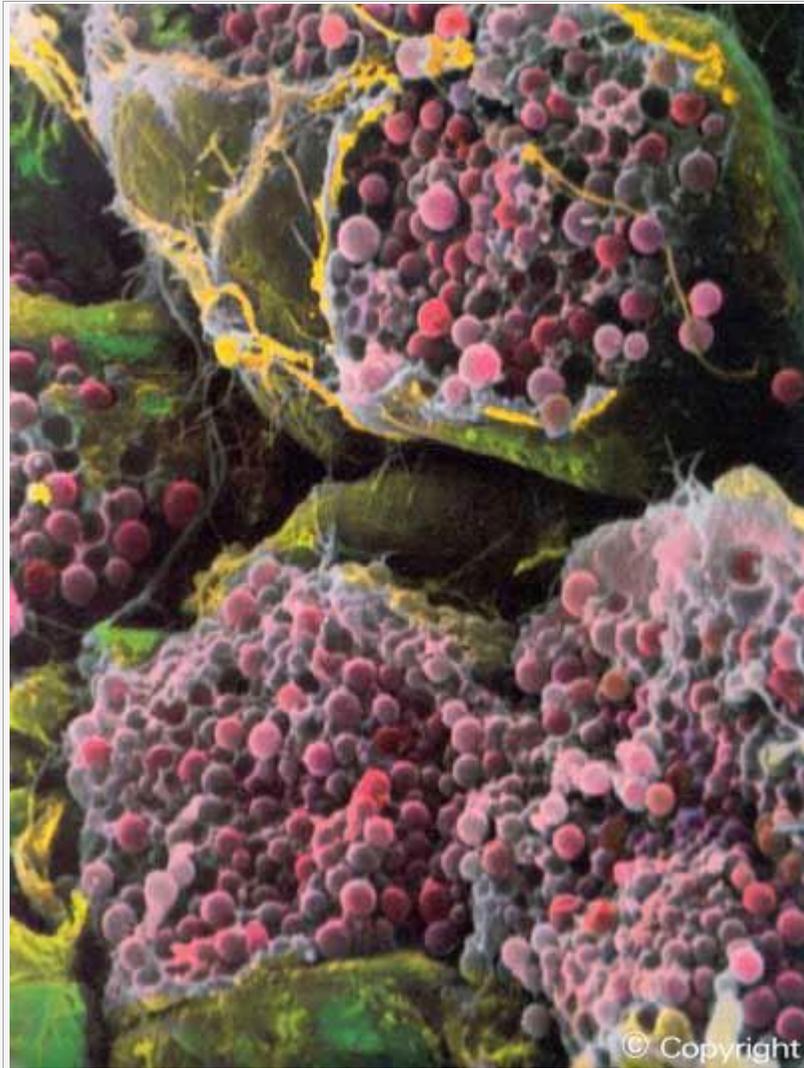
Noi abbiamo quindi intere colonie di <schiafi > che lavorano per noi trasformando la cellulosa in sostanze nutritive. Si potrebbe anche dire che i batteri attendono tranquillamente il passaggio dei vegetali e se li mangiano. E noi utilizziamo i loro scarti, che tra l'altro contengono anche le vitamine del gruppo B. Quando prendiamo gli antibiotici, dobbiamo associare anche le vitamine del complesso B poiché, la flora batterica intestinale, distrutta dagli antibiotici, non è più in grado di sintetizzare le vitamine del complesso B.

Anche qui nel colon esistono (come nello stomaco e nelle altre parti dell'intestino) delle cellule endocrine che producono ormoni. Questi ormoni rappresentano un sistema straordinario, sconcertante.

Queste cellule endocrine, stimulate dall'arrivo del cibo, immettono ormoni nel sistema circolatorio: gli ormoni, come tanti messaggeri (ce ne sono di vario tipo), viaggiando in questa <metropolitana > vanno a raggiungere tutti i sistemi coinvolti nella digestione (pancreas, fegato, tubo digerente) e li attivano.

Il sistema ormonale intestinale è oggi abbastanza conosciuto nel suo modo di operare: ma per l'importanza del suo ruolo (in moltissime funzioni del tubo digerente) rappresenta un mondo ancora pieno di sorprese.

larghezza della pagina 1/3 di mm occorrono cioè 3 pagine per fare 1 mm  
Ingrandimento 900x.



## 16 - IL PANCREAS

Quelle che vediamo sono cellule del pancreas appositamente preparate (sfaldate) per vedere il loro interno.

Quei grani addensati, che ricordano i chicchi delle melagrane, sono degli enzimi molto preziosi.

Ecco come funzionano le cose. Il pancreas (assieme alle ghiandole salivari e al fegato) appartiene al sistema digestivo <esterno >: nel senso che non è contenuto nelle pareti del tubo digerente, che secernano e assorbono, ma è costituito da ammassi di miliardi di cellule (ghiandole) che producono sostanze da inviare al tubo digerente, grazie a speciali condotti escretori.

I granuli, viaggiando dentro questi speciali condotti, si spappolano formando così il succo pancreatico, e vanno a finire nel duodeno, cioè nel primo tratto dell'intestino dopo lo stomaco.

E questo succo, liberando gli enzimi, permette di digerire varie sostanze (proteine, lipidi, glucidi).

Il pancreas svolge, come è noto, anche altre funzioni: in particolare produce degli ormoni che regolano il tasso di glucosio nel sangue. Mette cioè in circolo dei messaggeri (glucagone e insulina) che stimolano o deprimono il livello degli zuccheri nel nostro organismo.

larghezza della pagina 1/30 di mm occorrono cioè 30 pagine per fare 1 mm  
Ingrandimento 9000x.



### 17 - IL FEGATO: IL LOBULO EPATICO

Ecco in sezione una veduta della più grande fabbrica chimica del nostro corpo: il fegato.

Qui ne osserviamo una porzione microscopica, ma significativa. Il foro centrale è quello di una vena drenante. Tutt'intorno, come tanti piccoli mattoni, si vedono le cellule epatiche (che formano una specie di labirinto).

E' in questi labirinti cellulari che avviene la trasformazione del cibo in sostanze nutritive adatte ai bisogni dell'organismo. Per compiere questo lavoro, molto complesso, si ritiene che il fegato svolga oltre 500 funzioni, alcune delle quali non ancora identificate.

Tutte le sostanze assorbite, infatti, debbono passare da qui. Il fegato è un grande filtro, che deve rendere assimilabili le sostanze contenute nel cibo. E deve impedire che veleni o sostanze tossiche giungano nell'organismo (cibi guasti, farmaci ecc..). Per compiere queste funzioni la fabbrica-fegato (è la più grande ghiandola, pesa circa 1,5 Kg) ha bisogno di far circolare al suo interno molto sangue. Ne passa circa un litro al minuto. I labirinti che si vedono sono tutti percorsi da capillari, e quindi il sangue va a toccare ogni cellula. Qui raccoglie i prodotti della trasformazione, e li porta al cuore, perché vengono rilanciati nel circolo e distribuiti all'organismo.

Ogni lobulo epatico (qui ne vediamo una piccola porzione) comprende milioni di cellule. E ci sono 50-100.000 lobuli epatici nel fegato.

E' qui nel fegato che viene prodotta la maggior parte delle proteine. Ed è anche qui che si trova un vasto magazzino di lipidi e di zuccheri. Il fegato, nelle sue varie lavorazioni, costruisce anche riserve di glucosio (il cervello ne è grande consumatore), depositandolo sotto altra forma (glicogeno) facilmente liberabile.

larghezza della pagina 1/3 di mm occorrono cioè 3 pagine per fare 1 mm  
Ingrandimento 900x.



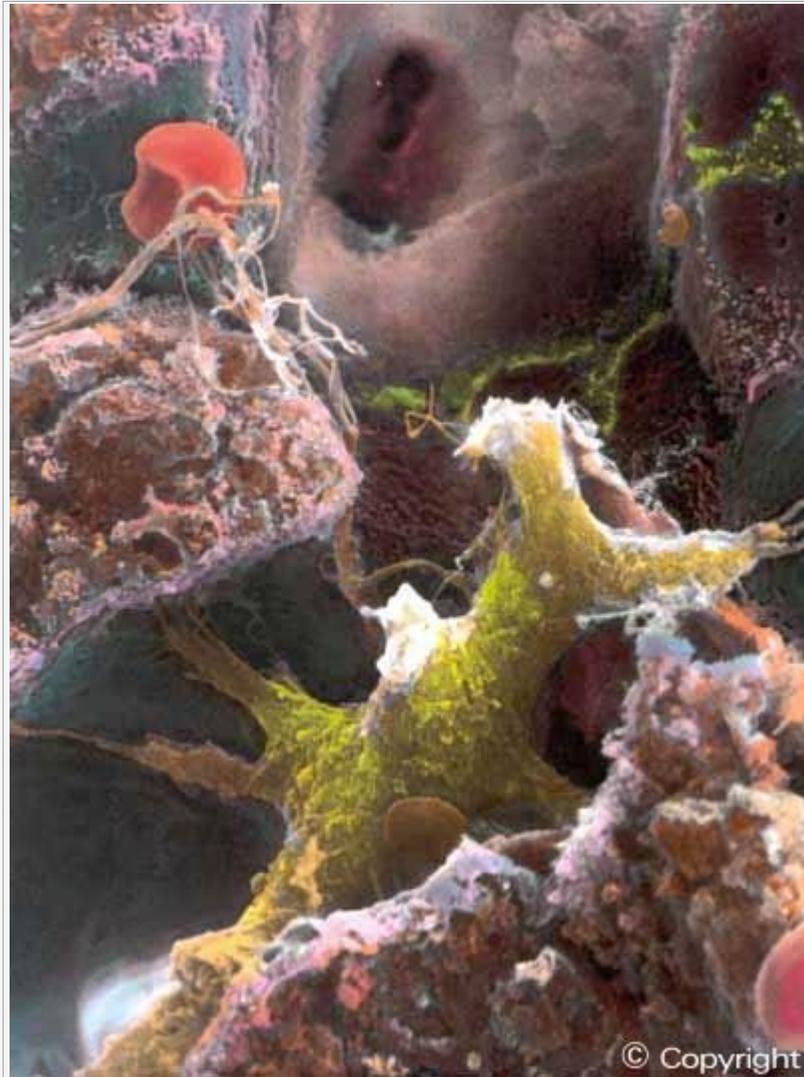
### 18 - LABIRINTI DEL FEGATO

Uno zoom nel labirinto delle cellule del fegato permette di sorprendere un globulo rosso solitario all'interno di un piccolissimo vaso sanguigno. E' in questi capillari che circola il sangue, per andare a toccare ogni singola cellula.

Le pareti di questi capillari (in blu) sono riccamente <fenestrate >. Vale a dire che vi sono molte piccole aperture, (pori), attraverso le quali passano le molecole nutritive, in modo da essere assorbite dalle cellule del fegato adiacenti (in rosso). In questa immagine si vede chiaramente che le cellule del fegato presentano sulla loro superficie una piccola scanalatura (in verde) bordata da microvilli. Immaginate di sovrapporre a una di queste cellule un'altra cellula con una scanalatura che combaci perfettamente: avrete così un canalino interno (è proprio quello che accade nella realtà). Dentro questi canalini viene riversata la bile. Moltiplicate questi canalini per miliardi di cellule e avrete un'idea della sterminata e microscopica rete biliare. La bile ha così nel fegato un suo sistema circolatorio indipendente, che non interferisce con quello del sangue. In questo modo una stessa cellula con una parete scambia col sangue sostanze nutritive, e con l'altra produce la bile. La bile, come è noto, è a sua volta una sostanza indispensabile nel processo digestivo: essa permette, una volta nel duodeno, di emulsionare i grassi, ridurli in goccioline e permetter loro di essere assorbiti dai villi intestinali.

E così il ciclo si completa: il nutrimento permette al fegato di produrre la bile, la bile trasforma i grassi in altro nutrimento. E così via.

larghezza della pagina 1/33 di mm occorrono cioè 33 pagine per fare 1 mm  
Ingrandimento 10000x.



## 19 - FAGOCITI

I fagociti (in giallo), sono cellule pronte a colpire altre cellule, ad un crocevia del fegato. E' un macrofago. Sta appostato, con i suoi tentacoli che possono prolungarsi fino a occupare tutto il canale, in attesa della prossima vittima: un globulo rosso.

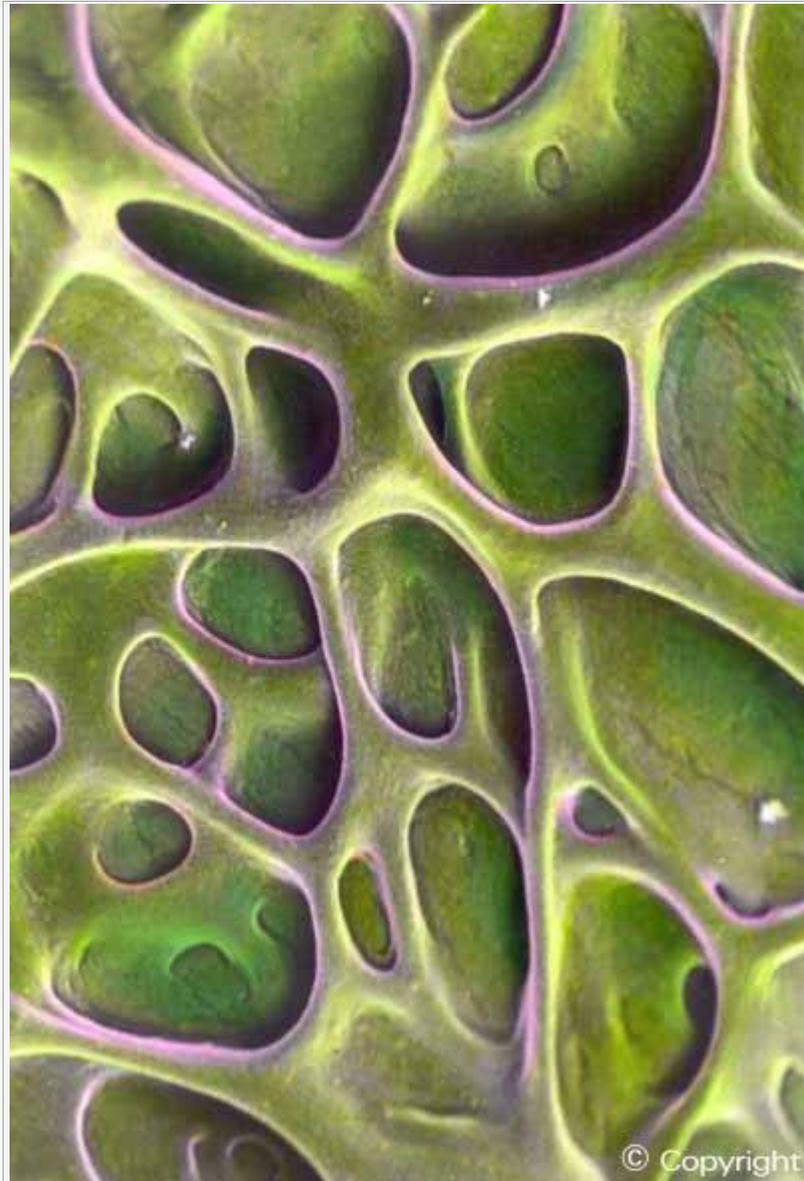
I fagociti (o macrofagi) in origine erano globuli bianchi del sangue. Poi si sono evoluti in categorie particolari: questi hanno scelto come dimora stabile il fegato.

Ci sono altri fagociti in altri organi, per esempio nei polmoni, nella milza, nel cervello ecc.. Altri in altre zone ancora, specializzati in altri tipi di interventi, così come ci sono coltivatori diretti che si specializzano nel lavorare nei frutteti o nei vigneti.

Ma perché questi fagociti se la prendono con i globuli rossi? In realtà essi attaccano i globuli rossi avariati. E' un po' come nella giungla, dove i deboli e i malati vengono eliminati dalla selezione naturale. Qui la ragione è comunque ben precisa: i fagociti, attaccando i globuli rossi avariati, ne estraggono il ferro e lo cedono al fegato, che lo rimette in circolo. Nulla deve essere sprecato, per la legge del massimo risultato con il minimo dispendio di energia.

Questi insoliti macrofagi del fegato furono osservati per la prima volta al microscopio da un anatomico tedesco, ed oggi portano il suo nome: <cellule di Kupffer >.

larghezza della pagina 1/16 di mm occorrono cioè 16 pagine per fare 1 mm  
Ingrandimento 4800x.



## **20 - LA CISTIFELLEA**

**Dettaglio della parete interna della cistifellea.**

**Perché questa struttura? Per la consueta ragione: le pieghe e le circonvoluzioni aumentano la superficie di assorbimento. In questi meandri, infatti, viene riassorbita l'acqua e concentrata la bile.**

**Ogni giorno mezzo litro di bile (e a volte fino a un litro) viene prodotta dal fegato e viene momentaneamente immagazzinata nella cistifellea; da qui è convogliata nell'intestino per sciogliere i grassi.**

**Il fegato produce automaticamente la bile ogni volta che nell'organismo entra del cibo. Anzi, basta la vista del cibo a provocare la secrezione della bile.**

**Svolta la sua funzione la bile viene, per quanto possibile, riassorbita, in modo da rientrare in circolo ed evitare sprechi.**

**Talora però il meccanismo scatta senza che vi sia passaggio di cibo: la cistifellea si contrae a vuoto e riversa il suo contenuto nel duodeno. E' il cosiddetto travaso biliare.**

**Altre volte la presenza di calcoli impedisce il passaggio della bile: o addirittura si verifica un deflusso a monte verso il fegato. La bile così va a finire nel sangue, cioè dove non dovrebbe andare: l'individuo diventa di colore giallastro. Si ha cioè l'ittero.**

**La forte pigmentazione verdastra della bile colora anche il cibo di passaggio, dando alle feci una colorazione scura.**

**larghezza della pagina 1.5 mm occorrono cioè 2/3 di pagina per fare 1 mm**

**Ingrandimento 225x.**



## 21- LA MACCHINA PER DEPURARE: IL CORPUSCOLO RENALE

Il sistema filtrante del rene: I corpuscoli renali o di Malpighi sono da 1 ad 8 milioni per rene con un ciclo lavorativo alternato di otto ore (più 16 ore di riposo). Si tratta, in sostanza, di gomitolini di vasi sanguiferi, dove il sangue circola a pressione alta. Nell'immagine si vede bene quella che è definita la <capsula epiteliale >, cioè un contenitore che avvolge il <gomitolo >, formando insieme a esso il corpuscolo renale. Il meccanismo è molto semplice ma raffinato. Il rene, in un certo senso funziona come un organo filtrante.

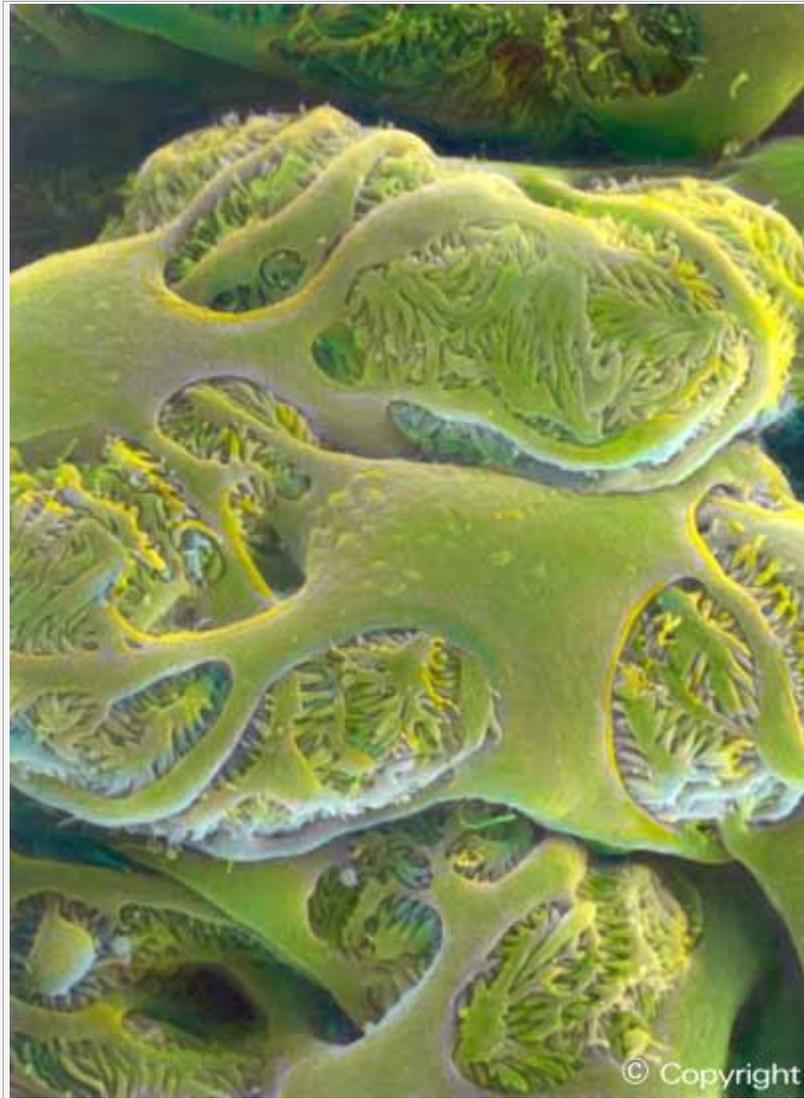
L'obiettivo, cioè, è di far circolare il sangue in un sistema capillare per purificarlo: in questo caso non si cedono dei gas ma dei liquidi, che contengono prodotti tossici, i cosiddetti cataboliti (urea, ammoniaca, acido urico, creatinina).

Come funziona il corpuscolo renale? Ogni vaso è avvolto da una parete epiteliale. Attraverso queste pareti (fortemente porose) i globuli rossi non possono passare (e non debbono passare), ma riescono a passare invece le molecole piccole: oltre agli scarti tossici anche proteine, glucosio, liquidi.

Nello spazio intorno alla capsula si deposita così l'urina primitiva in grande quantità . Ma sarebbe uno spreco gettar via tutto: il sistema prevede quindi un riassorbimento di ritorno.

Sono i tubuli renali, (se ne vedono due tagliati, in azzurro) che svolgono questo ruolo. Essi sono, a loro volta, avvolti da vasi; e grazie ai microvilli assorbono (così come fa l'intestino) varie sostanze recuperandole. E veicolano l'urina residua verso l'uscita del rene.

larghezza della pagina 1/5 di mm occorrono cioè 5 pagine per fare 1 mm  
Ingrandimento 1500x.



## 22 - IL SISTEMA FILTRANTE DEL RENE

Qui vediamo in dettaglio le membrane cellulari di filtrazione. E' da queste cellule che appaiono frastagliate (formando così numerosissime fessure) che esce l'urina primitiva: è una specie di setaccio.

La cosa sorprendente è l'enorme volume di sangue che passa in queste minuscole strutture: l'intera massa sanguigna, circa 5-6 litri, passa attraverso i reni 20 volte in un'ora, vale a dire circa 100 litri l'ora.

L'altra cosa sorprendente è che la cosiddetta urina primitiva che esce da questi setacci (e che comprende, insieme agli scarti, molta acqua, sali zuccheri e proteine) viene recuperata quasi al 90%. Infatti nelle 24 ore i corpuscoli renali filtrano 180 litri di liquido, ma solo un litro e mezzo, in definitiva, verrà espulso veramente.

A volte delle piccole lesioni (traumi, infezioni, tumori) fanno sì che il meccanismo di riassorbimento non funzioni più bene. E' così, per esempio, che si possono trovare nelle urine abnormi quantità di acqua, di sali, di elementi del sangue, proteine, ecc.

Se un individuo ha un eccesso di zucchero nel sangue (iperglicemia) ciò crea conseguenze anche nella capacità di riassorbimento. Se i tubuli non riescono a riassorbire questo zucchero in eccesso, esso rimane nelle urine. E' il diabete. Quando tutto il sistema renale presenta problemi molto seri di filtraggio, si possono sostituire queste strutture con un filtraggio artificiale: la dialisi renale.

Si collega il sistema arterioso con quello venoso, e si filtra il sangue attraverso delle membrane artificiali. E' il cosiddetto rene artificiale.

larghezza della pagina 1/33 di mm occorrono cioè 33 pagine per fare 1 mm

Ingrandimento 10000x.



### **23 - PAPILLA RENALE**

Ogni rene ha a disposizione per l'eliminazione dell'urina da 10 a 15 papille renali, ciascuna provvista di un proprio dotto escretore . Ogni dotto corrisponde a un piccolo condotto, che attraverso uno stillicidio continuo porta verso i calici (e poi verso l'uretere) quell'1% di urina che rappresenta lo scarto finale dei filtraggi di cui abbiamo già parlato.

Il riassorbimento, lo abbiamo visto, avviene grazie a un meccanismo di risparmio: esso è controllato da certi ormoni che provengono rispettivamente dal surrene (aldosterone) e dall'ipofisi, situata alla base del cervello (adiuretina), i quali regolano il riassorbimento di acqua e di sodio.

Se per esempio un individuo tende a perdere troppa acqua per traspirazione, l'ormone agisce per riequilibrare il livello dell'acqua rendendo più permeabili le pareti di riassorbimento. O viceversa.

Si tratta, nell'insieme, di un sistema così efficiente e flessibile che in pratica un solo rene è sufficiente per far funzionare tutto il sistema, (così come alcuni aerei a due motori possono continuare a volare con un solo motore su due). I tubuli renali che sono contenuti a milioni nei reni, nel caso che funzioni un solo rene, sono naturalmente costretti ad un superlavoro: e bisogna aiutarli evitando i sovraccarichi. Per esempio ricorrendo a delle diete adeguate.

larghezza della pagina 2 mm occorre cioè 1/2 pagina per fare 1mm Ingrandimento 150x.



## 24 - GLOBULI ROSSI

Un'immagine semplice ma sorprendente: una piccola arteria tagliata trasversalmente da cui si affacciano alcuni globuli rossi.

Per avere un'idea delle loro dimensioni basta pensare che un millimetro cubo di sangue può contenere oltre 5 milioni di queste piccole cellule. In proporzione a questa fotografia un uomo sarebbe alto 35 chilometri. Il diametro di un globulo rosso è di circa 7 $\mu$ m.

L'arteriola che vediamo qui è situata nel cervello: esistono vasi ancora più piccoli (capillari), con il calibro o diametro di un singolo globulo rosso. Ed infatti in questi capillari i globuli rossi passano in fila, uno solo alla volta. Intorno all'arteriola si vede la rete del connettivo che l'avvolge.

I globuli rossi sono cellule molto particolari: se ne vanno in giro continuamente nel nostro corpo, a miliardi, come colonne di camioncini per rifornire di ossigeno tutti i tessuti. L'ossigeno filtra attraverso le pareti e i globuli rossi si caricano di anidride carbonica, come dei vuoti a rendere.

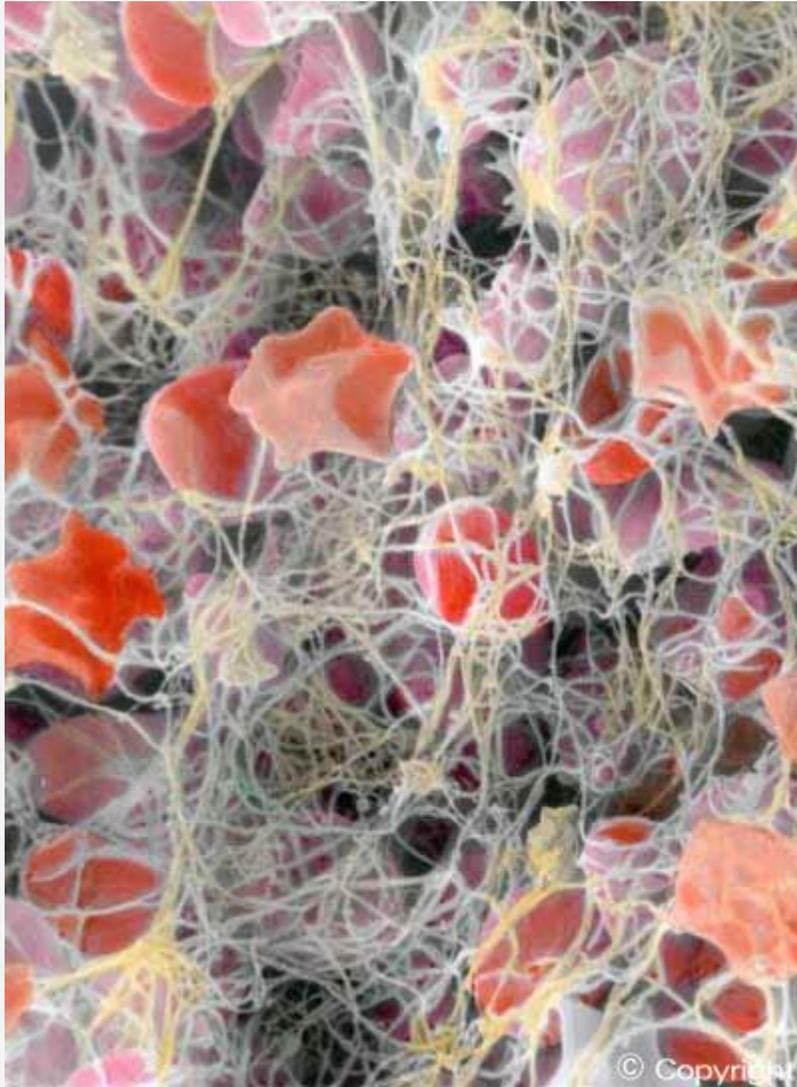
Nei polmoni avverrà il processo inverso.

Contrariamente a tutte le altre cellule del corpo, i globuli rossi non hanno il nucleo: lo perdono poco dopo la nascita (che avviene nel midollo osseo) <sputandolo > via come un nocciolo di ciliegia. E assumendo la forma a "disco biconcavo" che li rende abbastanza elastici cioè in grado di modificare la propria forma.

Mancando del nucleo (cioè della parte che contiene il programma genetico, il DNA) è come se mancassero del cervello: non hanno quasi metabolismo, non si possono dividere e in definitiva vivono poco: meno di 4 mesi. Sono in pratica dei sacchetti pieni di emoglobina, una sostanza che contiene ferro e che serve per legare l'ossigeno, con il quale ha molta affinità.

L'unica cosa che fanno fare (ma è importantissima) è produrre emoglobina, grazie alle sostanze assorbite attraverso l'alimentazione. Dopo questa breve e utile esistenza si rompono e finiscono in pasto ai fagociti. Ogni secondo nel nostro corpo muoiono 2 milioni di globuli rossi. Ma altrettanti ne vengono contemporaneamente prodotti.

larghezza della pagina 1/26 di mm occorrono cioè 26 pagine per fare 1 mm  
Ingrandimento 7800x.



## 25 - COAGULO SANGUIGNO

Questa struttura, che sembra una rete da pescatori piena di spugne e stelle marine, è un coagulo sanguigno. E' cioè la soluzione trovata dall'organismo per evitare che da una ferita il sangue defluisca via fino ad esaurimento.

La rete che vediamo nella fotografia è formata da fibrina. Normalmente questa fibrina è diluita nel sangue. Il sangue infatti è formato solo per metà (anzi al 45%) di globuli rossi: il resto è plasma. Nel plasma, semiliquido, si trovano parecchie cose: tra esse le piastrine (250.000 per millimetro cubo), leucociti e parecchio fibrinogeno. Il fibrinogeno è una proteina che sotto l'azione di un enzima può trasformarsi in una sostanza filiforme, che prende il nome di fibrina e la forma di reticolo che si vede nell'immagine.

I globuli rossi rimangono così imbrigliati: le piastrine accorrono in questo territorio e collaborano alla costruzione della maglia. Così la fuoriuscita di sangue pian piano si arresta.

L'emofilia è una malattia in cui la capacità di formare questi coaguli è profondamente alterata: le ferite, pertanto, negli emofiliaci si rimarginano molto lentamente. Gli individui affetti da emofilia (in genere su base ereditaria) vanno quindi incontro a imponenti emorragie, talora mortali.

Su questa trama di sviluppo, costruita dalla fibrina, cominciano ben presto a proliferare le cellule del vaso sanguigno: è un'autoriparazione dell'organismo, che richiude l'apertura formatasi. La massa semisolido si riduce espellendo il siero ( il liquido giallo che appare sulle ferite); e la ferita rimane così tamponata da un grumo rosso scuro, cioè dai globuli rossi morti.

Questo fondamentale meccanismo di autoriparazione, che ci permette di sopravvivere, può però anche portare alla morte dell'individuo, se avviene in un punto o in un momento sbagliato. Per esempio se in un vaso invecchiato si verifica una lesione alla parete, essa (insieme ad altri fattori concomitanti come alterazione della velocità di scorrimento e della composizione del sangue) può creare un coagulo <improprio>: il tappo che si forma in questo modo può ingrandirsi nel vaso fino a creare un'ostruzione. E' il cosiddetto trombo. Esso impedisce l'afflusso di sangue (e di ossigeno). Il cervello e il cuore, che hanno un'estesa rete di piccoli vasi e sono grandi consumatori di ossigeno, sono particolarmente vulnerabili a questi trombi. L'infarto si ha quando il trombo occlude rapidamente un'arteria di tipo terminale. Con effetti spesso mortali.

larghezza delle pagina 1/26 di mm occorrono cioè 26 pagine per fare 1mm

Ingrandimento 7800x.



## 26 - LE CELLULE DEL GRASSO

Le cellule di grasso: sono cellule giganti, come sacchetti che si gonfiano e si sgonfiano. Esse assorbono il grasso non utilizzato dal corpo sotto forma di <goccioline > . Questo grasso, veicolato dal sangue, attraversa le membrane delle cellule e va a immagazzinarsi al loro interno, in attesa di essere riutilizzato nei momenti di bisogno, Per uscire percorrerà la stessa via. Per questa ragione le cellule adipose, come si vede nella fotografia, debbono sempre essere a contatto con i vasi sanguigni.

Sono queste cellule che danno forma alla pelle, imbottendola e modellandola. Quando dimagriamo, infatti, esse diventano più piccole. Quando ingrassiamo non solo diventano più grandi ma aumentano di numero. Le cellule di grasso non si accumulano a caso, ma hanno una loro <geografia >. Nel bambino si accumulano nelle guance, nei gomiti, ai polsi e alle caviglie. In alcune popolazioni (boscimani) nelle natiche.

Nelle donne queste cellule adipose si concentrano nel seno, nei fianchi, nelle natiche e nelle spalle. Negli uomini nell'addome e nel torace. Questa geografia, del resto, varia anche in rapporto all'età. L'invecchiamento, infatti, rallenta il metabolismo, anche quello dei grassi: ciò contribuisce alla perdita di elasticità della pelle e del connettivo (le cellule adipose sono una varietà di connettivo).

Oltre alla funzione di riserva energetica e di impalcatura (per riempire e modellare gli spazi), queste cellule hanno in certi casi anche quella di ammortizzatori. Il cosiddetto <grasso primario > (che è soggetto a oscillazioni) serve per esempio come materiale di <imballaggio > per il globo oculare, per creare dietro l'occhio un cuscinetto ovattato ed elastico.

larghezza della pagina 1/5 di mm occorrono cioè 5 pagine per fare 1 mm  
Ingrandimento 1500x.



## 27 - LA CONTRAZIONE DEL CAPILLARE: IL PERICITA

Sembra una lucertola aggrappata a un ramo: si tratta di una strana cellula contrattile (un pericita attaccato ad una arteriola, piccola diramazione del sistema circolatorio). Per capire cosa fa là sopra un pericita bisogna ricordare prima come funziona la circolazione del sangue nel nostro corpo. Affinché il sangue circoli, infatti, occorrono le sistole del cuore. Il cuore ha proprio questa funzione, di pompa centrale: ma anche arterie e vene debbono aiutare il suo lavoro, con contrazioni locali.

Arterie e vene (cioè tutti i vasi) sono dei piccoli <cuori>, che hanno i loro sistemi di pompaggio. Per questo, così come il cuore possiede tre strati di tessuto (endocardio, miocardio, pericardio), analogamente i vasi hanno una parete divisa in tre strati (la tonaca intima, quella media muscolare e quella esterna <avventizia>, ricca di connettivo). Il tessuto muscolare si contrae sotto lo stimolo di terminazioni nervose. Il fatto è che la forma e le esigenze di tutti questi vari vasi che si ramificano nel corpo sono diverse. Sia perché man mano che si va in periferia diminuiscono le dimensioni dei vasi e diminuisce la velocità di scorrimento del sangue (un po' come avviene nelle ramificazioni della rete stradale, con autostrade, strade e vicoli): sia perché man mano che i vasi diventano più piccoli le <tonache> diminuiscono di numero e nei capillari rimane soltanto la tonaca interna e cioè l'endotelio. Quindi diventano vasi senza tessuto muscolare, e senza terminazioni nervose. Come fare per contrarsi e permettere al sangue di continuare a circolare?

La risposta è appunto nell'immagine qui accanto. Il vaso (in questo caso l'arteriola) consiste prevalentemente di endotelio: ma sulla sua superficie si adagia una cellula molto speciale (pericita): essa risponde a sollecitazioni meccaniche e umorali che avvengono nell'ambiente circostante, e reagisce contraendosi. Questa contrazione <schiaccia> il vaso e provoca il pompaggio locale del sangue. Senza bisogno di muscoli e di nervi.

larghezza della pagina 1/8 di mm occorrono cioè 8 pagine per fare 1 Ingrandimento 2400x.



#### **28 - L'INTERNO DI UN VASO: L'ENDOTELIO**

Questa è una delle autostrade in cui scorre il sangue. Siamo all'interno di un vaso e quella che si vede è la tonaca dell'endotelio <tonaca intima >. I puntini chiari sono microvilli, destinati ad assorbire le sostanze destinate ad alimentare le cellule. Le cellule dell'endotelio sono delimitate da certe strutture chiaramente visibili. Si vedono anche dei piccoli rigonfiamenti, in corrispondenza dei nuclei interni. L'endotelio è una membrana sottile, simile in tutti i vasi (anche nel cuore).

Nei vasi più piccoli, il <piastrellato > delle cellule non è così saldamente unito: le cellule possono distendersi notevolmente, seguendo la contrazione del vaso. In alcuni capillari la parete è porosa consentendo un più ampio passaggio del sangue nei tessuti circostanti, là dove è necessario. Al di sotto della parete che vediamo vi sono due altri strati: la <tonaca media > (cioè la parete muscolare) e più esternamente la <tonaca avventizia > (che è il rivestimento di connettivo che avvolge il vaso). E' tra queste pareti che possono depositarsi dei grassi, provocando così uno dei maggiori fattori di rischio della nostra salute. Questi grassi infatti, insieme ad altri fattori, diminuiscono l'elasticità dei vasi (che spesso si allungano divenendo tortuosi) e creando degli ispessimenti e protuberanze (placche lipidiche e fibrose) che riducono il passaggio del sangue.

Tutto ciò porta a sclerosi, compromette l'elasticità del vaso e diminuisce così l'afflusso di sangue (e quindi di ossigeno) a certi organi che ne hanno particolarmente bisogno, come il cervello (il cervello muore se rimane pochi minuti senza ossigeno). Queste placche sono alla base della arteriosclerosi.

larghezza della pagina 1/23 di mm occorrono cioè 23 pagine per fare 1 mm  
Ingrandimento 6900x.



## 29 - GLOBULI ROSSI IN UN VASO

Qui i globuli rossi, all'interno di un vaso, stanno imboccando una piccola diramazione, e si ha quasi l'impressione che vengano spinti dal flusso creato dal battito cardiaco. In realtà in quest'immagine è stato eliminato il plasma (che rappresenta il 55% del sangue) e solo alcuni globuli rossi sono rimasti nella zona.

Il loro transito è molto intenso: basta pensare che nel cuore transita 5-6 litri di sangue al minuto (e che ogni millimetro cubo di sangue contiene 5 milioni di globuli rossi...). I globuli rossi percorrono, in questo modo, 15 chilometri al giorno. vale a dire circa 1500 chilometri nel corso della loro breve vita che è di circa 4 mesi.

Le striature che si vedono sullo sfondo sono le pieghe che permettono la dilatazione del vaso. Nei piccoli varchi che si possono creare si infiltrano i globuli bianchi (leucociti), che in questo modo escono dal circolo sanguigno per andare a distruggere i corpi estranei. E in alcuni organi (per esempio fegato, milza) anche a fagocitare i globuli rossi morti.

Il sangue, anche se non ne ha l'apparenza, è un tessuto. Un tessuto fluido. Prende origine infatti da uno speciale tessuto embrionale: il mesenchima, che è il progenitore di tutti i tessuti connettivi (arterie e vene hanno, per esempio, la stessa origine del sangue).

larghezza della pagina 1/13 di mm occorrono cioè 13 pagine per fare 1 mm  
Ingrandimento 3900x.



### 30 - LE VALVOLE DELLE VENE

Siamo all'interno di una vena, in corrispondenza di una valvola. Quello che vediamo è un dettaglio del sistema che impedisce il reflusso del sangue, consentendogli soltanto di dirigersi verso il cuore. Mentre infatti le arterie usufruiscono della spinta del cuore (o delle contrazioni dei vasi), il ritorno del sangue attraverso le vene richiede un meccanismo di "richiamo". Soprattutto quando è in salita, cioè quando il sangue deve risalire dagli arti inferiori verso il cuore (contro gravità).

Il meccanismo è facilitato da questo sistema di valvole che funzionano come una serie di porte che si chiudono dietro a chi passa. E' un po' quello che avviene anche all'interno del cuore, con il sistema delle valvole cardiache. In altre parole, le valvole si aprono al passaggio del sangue e si richiudono dietro, così come avviene nelle <chiuse > del canale di Panama. Con la differenza che nel cuore queste valvole sono attive, perché attraversate da tendini e muscoli mentre qui sono passive: cioè sono semplici tasche che si riempiono di sangue e lo trattengono per limitare il reflusso durante il suo lento percorso in salita.

Nella fotografia vediamo, in alto, il lembo di una valvola, e in basso altre valvolette. Per facilitare il lavoro delle vene, è possibile utilizzare il movimento dei muscoli circostanti: essi aiutano a <pompare > il sangue. Per questa ragione i medici consigliano di camminare e consigliano anche una precoce mobilità post-operatoria. Chi sta lungamente fermo ha più difficoltà a impedire il reflusso del sangue venoso, e soffre spesso di vene varicose.

E' proprio questa difficoltà a non far progredire il sangue che provoca gonfiori ai piedi e alle caviglie.

larghezza della pagina 2 mm occorre cioè 1/2 pagina per fare 1 mm Ingrandimento 150x.



### 31 - LA RETE POLMONARE

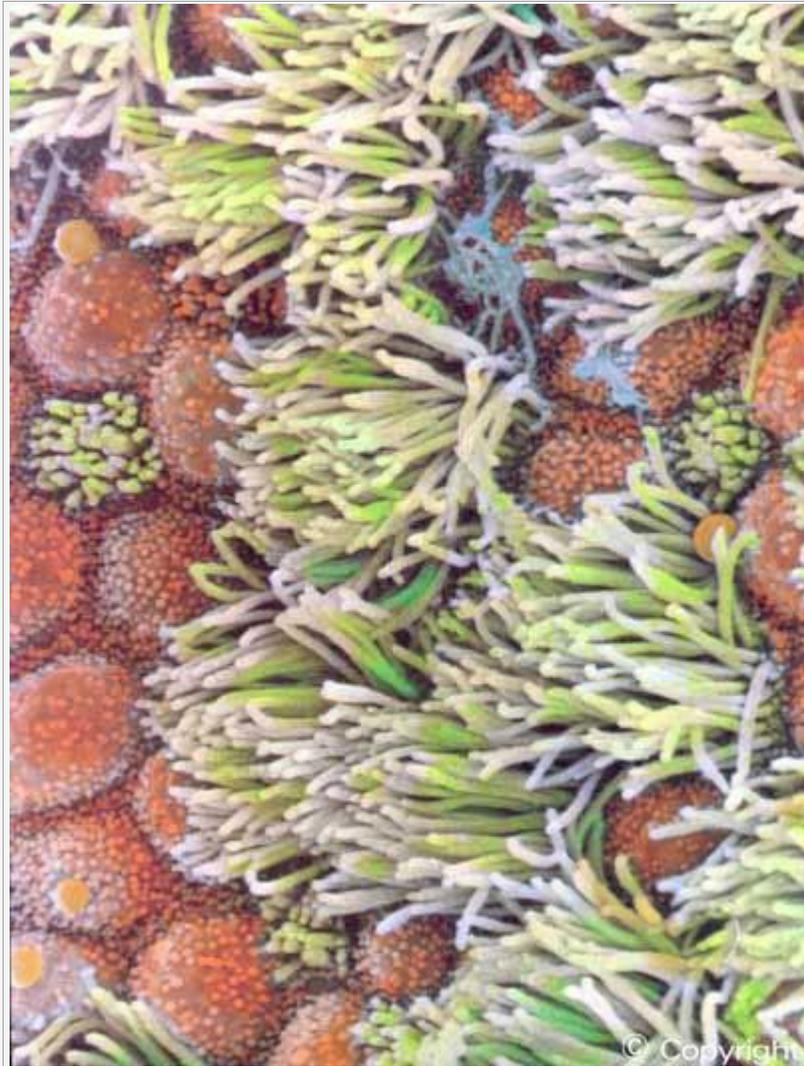
E' possibile osservare un "calco" della rete fornita dai capillari polmonari. Questa è un'immagine che non esiste in natura: è il frutto di un artificio, per poter <vedere > la rete capillare, che fa circolare il sangue nei polmoni, sono state iniettate delle resine, che sono andate a depositarsi al posto del sangue. Le resine si sono indurite e le pareti dei vasi sono state distrutte con sostanze corrosive. E così pure gli alveoli polmonari. Con questa tecnica è stato possibile vedere <a nudo > la rete vascolare polmonare, in tutte le sue circonvoluzioni e intrecci. E' in questo punto che confluiscono la circolazione arteriosa e quella venosa del polmone ed anche la cosiddetta circolazione pubblica (ossigenazione) e quella privata (nutrizione).

I capillari arteriosi, per porosità, assorbono l'ossigeno che si trova negli spazi vuoti (gli ex alveoli polmonari, che contengono l'aria inspirata), mentre quelli venosi, sempre per porosità, cedono anidride carbonica agli alveoli che la eliminano con l'espiazione. E' insomma uno scambio di gas che avviene su una superficie molto estesa, grazie proprio a questa forma così reticolare, a spugna, di capillari e alveoli.

Così il sangue che era entrato <sporco > ne esce pulito e ossigenato. E ritorna al cuore, da dove viene pompato in circolo, per distribuire in tutto il corpo l'ossigeno. In un certo senso il sangue attraverso i polmoni entra in contatto, sia pure indirettamente, con l'ambiente esterno.

Allo stesso modo il sangue elimina anche alcuni liquidi (circa mezzo litro al giorno), che se ne vanno via col vapor acqueo dell'aria espirata.

larghezza della pagina 1/4 di mm occorrono cioè 4 pagine per fare 1mm Ingrandimento 1200x.



### 32 - LA TRACHEA

Qui si ha l'impressione di osservare un fondale marino, pieno di vegetazione subacquea. E' la trachea. O meglio, il mantello cellulare (mucoso) che riveste l'interno della trachea.

Da qui transita l'aria diretta verso i polmoni (e viceversa). E' una parete, come si vede, formata da due tipi di cellule: quelle cigliate (in verde), che hanno una funzione di spazzola (le vedremo meglio nella fotografia successiva), e quelle che secernano muco (in rosso).

La trachea (come le cavità nasali, la laringe, i bronchi) è una struttura rigida. Queste vie aerifere, infatti, rimangono sempre aperte. Per questo sono dotate di uno scheletro di tipo cartilagineo (che qui non si vede). La trachea è infatti sorretta da una serie di anelli cartilaginei. Nei bronchi il supporto cartilagineo ha una struttura relativamente semplice "a placche".

E' interessante osservare che questi due tipi di cellule (cigliate e produttrici di muco) si trovano associate in vari tipi di tessuto originando paesaggi molto simili in parti molto diverse del corpo. E' curioso, per esempio, confrontare questa immagine con quella che rappresenta l'interno della tuba uterina (n.44). La trachea e la tuba, viste al microscopio (almeno per quanto riguarda le mucose), sono sorprendentemente simili. larghezza della pagina 1/63 di mm occorrono cioè 63 pagine per fare 1 mm  
Ingrandimento 19000x.



### **33 - LE CELLULE CIGLIATE DELLA TRACHEA**

**Ecco un dettaglio delle cellule cigliate della trachea. Con i loro movimenti queste ciglia eliminano verso l'esterno i corpi estranei contenuti nell'aria (pulviscolo atmosferico), per evitare che arrivino agli alveoli polmonari.**

**Sono questi <cespugli > che cercano di difendere i nostri polmoni da tutte le sostanze inquinanti che si trovano nell'aria, e che entrano con la inspirazione. Il problema è che il sistema (nato da un'evoluzione biologica precedente agli inquinamenti atmosferici) non ce la fa a respingere fuori tutte le sostanze nocive inalate.**

**Soprattutto non è in grado di filtrare tutte le sostanze volatili che entrano con il fumo della sigaretta. In passato queste cellule erano, per così dire, come dei tranquilli guardiani all'ingresso di un cinema: oggi debbono fronteggiare delle masse senza biglietto che hanno rotto i cancelli e dilagano all'interno.**

**Il compito della trachea e delle sue cellule è anche quello di riscaldare e umidificare l'aria che passa, ed evitare che arrivi troppo fredda e troppo secca nei polmoni. E' un vero condizionatore d'aria: pulisce, umidifica, riscalda. E' grazie a questo sistema che possiamo respirare anche a 30 gradi sotto zero ai poli oppure a 40 gradi sopra zero nel deserto. Le strutture verdi che si vedono al centro delle cellule cigliate sono microvilli, con funzione assorbente.**

**larghezza della pagina 1/90 di mm occorrono cioè 90 pagine per fare 1 mm  
Ingrandimento 27000x.**



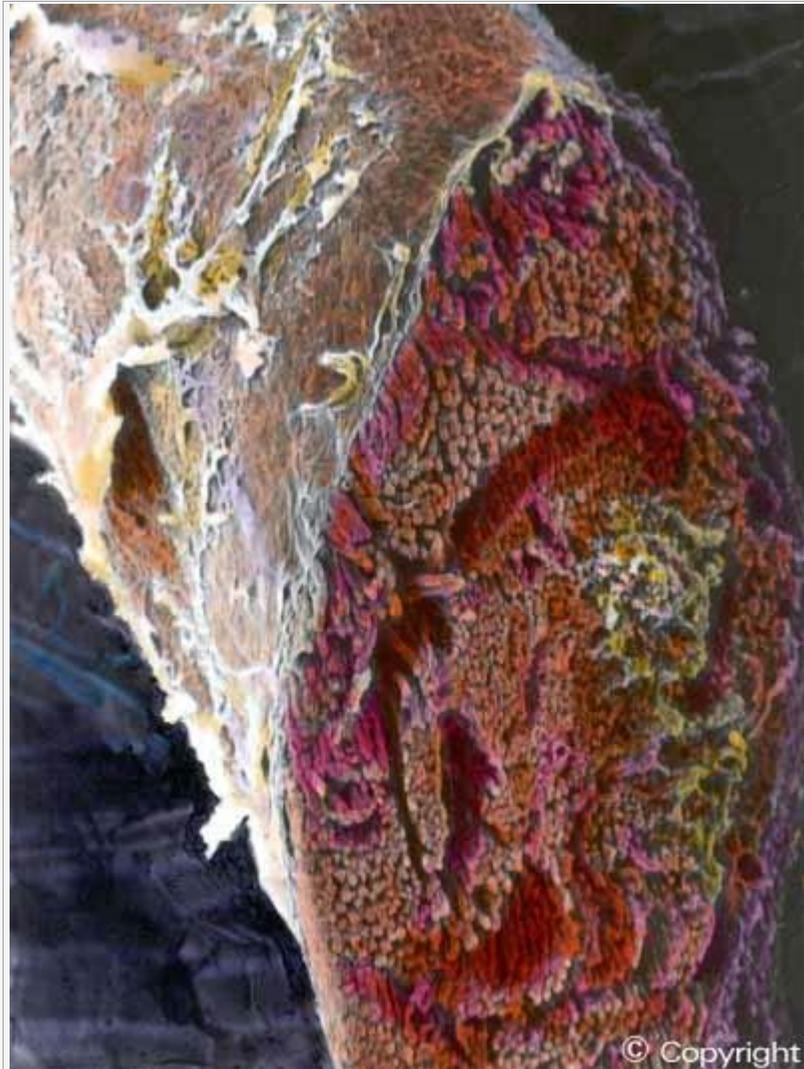
### 34 - IL CONNETTIVO

Questo groviglio di fili e fibre è il < riempitivo > del nostro organismo. E' il tessuto connettivo. Ha più o meno lo stesso ruolo della paglia in un imballaggio. Finora abbiamo visto, infatti, tessuti e organi ben <delimitati > (stomaco, fegato, reni, arterie ecc.): ma tutti questi <pezzi > dell'organismo non si incastrano l'uno dentro l'altro, come i pezzi di un gioco di montaggio. Ci sono degli spazi vuoti, dominio del tessuto connettivo, che è appunto come la paglia nell'imballaggio, o se preferite come la calce che tiene insieme i mattoni, e fa da supporto ai cavi della luce, del gas, del telefono. Il connettivo infatti fa da sostegno per esempio al sistema circolatorio. Senza connettivo la rete capillare, così fragile, non potrebbe <adagiarsi >. Per definizione il tessuto connettivo costituisce l'imbottitura e anche l'impalcatura del nostro corpo (anche l'osso, infatti, è un tessuto connettivo, sia pure di tipo particolare).

I suoi materiali sono prodotti da certe cellule chiamate fibroblasti e fibrociti (praticamente sono come un individuo giovane e uno vecchio: il primo produce più fibre del secondo). Queste fibre e fibrille si uniscono e si intrecciano, così come i fili, intrecciandosi, formano delle funi. fibre e cellule si insinuano ovunque, estendendosi, raggomitolandosi, imbrigliando cellule di grasso, servendo da tralicci per vasi e nervi (nell'immagine, in azzurro, si vede un'esile fibra nervosa), e creando dei riempimenti. Le fibre del connettivo sono di vario tipo. Alcune ( e sono le più abbondanti) non possono estendersi: sono le cosiddette fibre collagene, che devono questa loro grande solidità a una proteina straordinariamente resistente, il collagene. Altre sono elastiche, grazie alla proteina elastina, e dopo l'estensione possono tornare nella posizione iniziale.

Gli spazi vuoti sono occupati da liquidi extra-cellulari, e diventano così delle specie di paludi o di acquitrini. Qui circolano sostanze nutritive, ormoni, macrofagi, linfociti. Nel connettivo c'è anche una <colla> (anch'essa prodotta dai fibroblasti e dai fibrociti). E' un impasto complesso di zuccheri e proteine, che sotto l'azione di enzimi e ormoni può diventare più o meno duro. E' da un suo graduale indurimento che dipende, fra l'altro l'invecchiamento del tessuto connettivo.

larghezza della pagina 1/30 di mm occorrono cioè 30 pagine per fare 1 mm  
Ingrandimento 9000x.



### 35 - IL MUSCOLO

Un fascio di fibre muscolari, tagliate in sezione trasversale, mostrano la struttura interna del muscolo. In alto, in bianco, si vede un involucro di connettivo, dove passano vasi e nervi, che portano nutrimento e stimoli al muscolo.

I muscoli sono delle strutture che rivestono l'organismo e, come è noto, gli consentono il movimento: essi rappresentano ben il 35-45% del peso corporeo. Un sistema, quindi, estremamente importante, e molto flessibile. Grazie alla combinazione cervello-muscoli noi riusciamo a far compiere al nostro corpo una quantità praticamente illimitata di movimenti.

I muscoli <volontari > (cioè mossi da un nostro comando) sono circa 600, e possono agire in una grandissima varietà di combinazioni.

La raffinatezza del movimento dipende dalla qualità di collegamenti nervosi. Ogni singola unità motoria (cioè il singolo neurone motore e l'insieme delle fibre da esso innervate) può comprendere da 5 a 2000 fibre muscolari.

Nella mano, per esempio, i terminali nervosi sui muscoli (placche motrici) sono molto più numerosi che nel torace o nelle natiche. L'impulso nervoso, attraverso una terminazione collegata al muscolo, scarica acetilcolina o noradrenalina: queste sostanze provocano una reazione chimica, che a sua volta produce la contrazione muscolare. Ci sono muscoli che si contraggono senza che la nostra volontà possa intervenire: il cuore per esempio. O i muscoli dei visceri. Questi ultimi sono a contrazione lenta e sono formati da tessuto muscolare liscio. La vera differenza consiste nel fatto che gli impulsi nervosi per provocare la contrazione dei muscoli viscerali non partano dalla corteccia cerebrale (sede dei comandi motori), ma dalle zone arcaiche del cervello, che regolano, senza intervento della volontà, il sistema nervoso cosiddetto autonomo, o neurovegetativo.

larghezza della pagina 2 mm occorre cioè 1/2 pagina per fare 1 mm Ingrandimento 150x.



### 36 - LE FIBRE MUSCOLARI

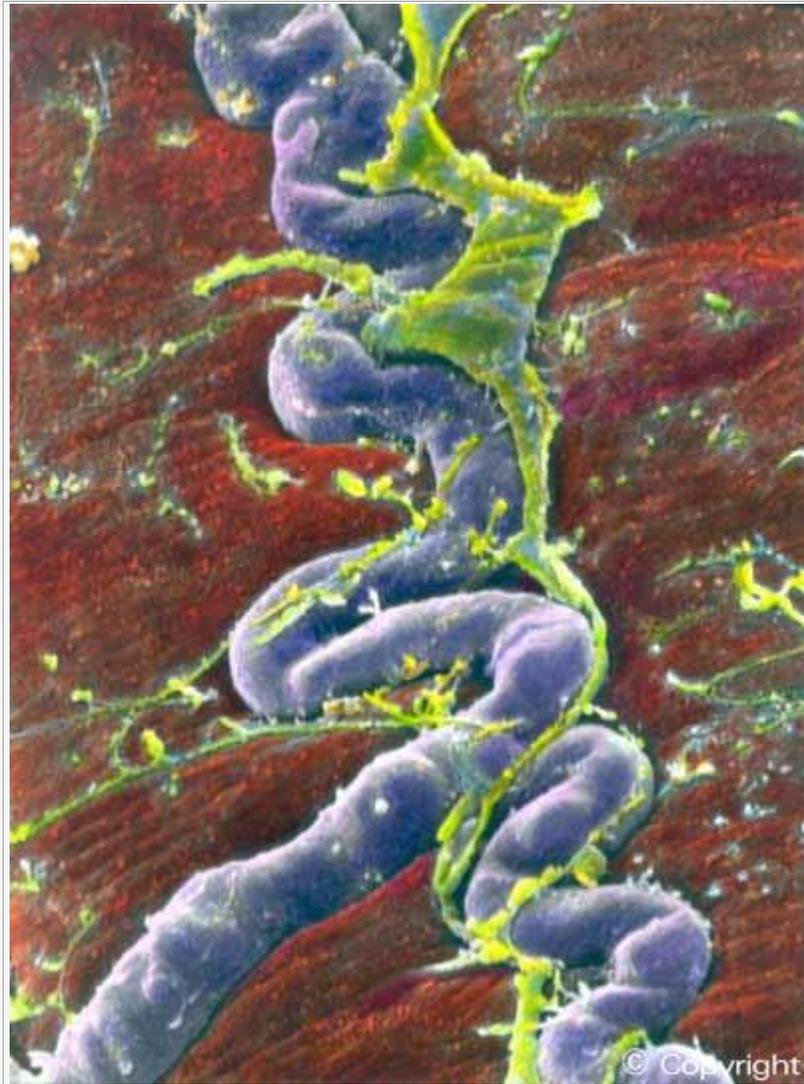
Vediamo qui, ingrandite, alcune fibre muscolari. Ogni singola fibra può misurare da pochi millimetri fino a 30 centimetri di lunghezza.

Queste fibre sono, per così dire, dei mostri cellulari. Assomigliano a lunghe salsicce contenenti moltissimi nuclei. Nella fotografia si vedono <prominenze > di nuclei (che creano una serie di piccole gobbe nel profilo della fibra).

Al loro interno queste fibre contengono sostanze contrattili, come l'actina (è una proteina che esiste in tutte le cellule), ma soprattutto la miosina, tipicamente muscolare. Actina e miosina, insieme (e combinata con altri fattori), danno origine alla massima contrattilità dei tessuti.

Guardando bene queste fibre muscolari si intravedono delle striature orizzontali: esse riflettono le strutture interne. Si tratta di ingranaggi a <pettine > che scorrono l'uno dentro l'altro. Essi sono alla base del meccanismo di raccorciamento della fibra (contrazione muscolare). Una ricca rete vascolare (in azzurro) accompagna le fibre muscolari.

Queste fibre muscolari, per funzionare, hanno bisogno di molto ossigeno: e quindi debbono essere bene irrorate dal sangue, come vedremo nella prossima immagine. larghezza della pagina 1/3 di mm occorrono cioè 3 pagine per fare 1 mm  
Ingrandimento 900x.



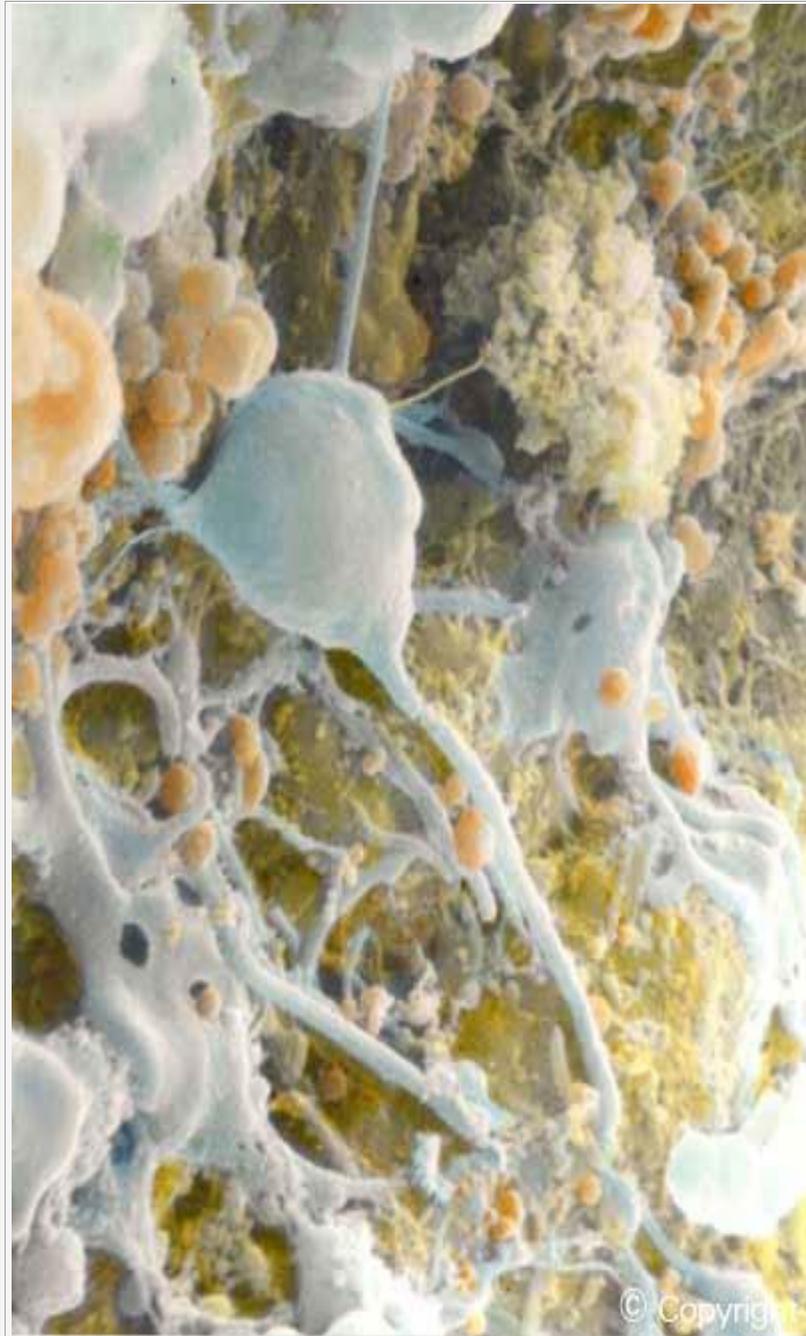
### 37 - MUSCOLO CON VASI

Ecco come funziona il <servizio carburante > per fornire ossigeno ai muscoli. Il serpentine che si vede al centro dell'immagine è l'estrema diramazione di un'arteriola (capillare) che ha funzione di portare sangue al muscolo sottostante (in rosso). Poiché i muscoli si contraggono in continuazione, anche questi capillari debbono seguire le deformazioni delle fibre sulle quali si appoggiano. In questa fotografia il muscolo è contratto, e l'arteriola si è adattata, seguendo il suo movimento a fisarmonica e assumendo così questa forma serpeggiante. Se non lo facesse potrebbe "strapparsi".

Anche qui vediamo (in verde) i periciti con i loro prolungamenti; sono quelle strane cellule contrattili che regolano il flusso del sangue nei capillari (lo abbiamo visto in dettaglio nella foto n.27). Esse sono sensibili alle variazioni umorali dell'ambiente circostante, e contraendosi aumentano o riducono il diametro dei vasi in modo da aumentare o ridurre l'afflusso del sangue, a seconda delle richieste del muscolo. Qualsiasi movimento del nostro corpo (da quello di una ballerina, a quello di un violinista) si basa su questa <combinazione > di strutture cellulari che agiscono a catena: l'impulso nervoso che proviene dal cervello fa contrarre (o rilassare) il muscolo: i periciti sentono la variazione umorale e stringendo i vasi più piccoli, contribuiscono a regolare l'afflusso di sangue.

E' un meccanismo semplice e raffinato, che permette una continua alimentazione dei muscoli sotto sforzo. Tanto più è ramificata la rete vascolare (e tanto più è imponente la circolazione del sangue), tanto più è efficiente la muscolatura.

larghezza della pagina 1/10 di mm occorrono cioè 10 pagine per fare 1 mm  
Ingrandimento 3000x.



### 38 - LE CELLULE NERVOSE

Si possono osservare alcune cellule nervose, con le loro ramificazioni. Sono strutture difficilissime da fotografare perché si tratta di delicate reti filiformi tenute insieme da altre cellule di supporto (cellule gliali). E' come voler tirar fuori da un tessuto una ragnatela: si strappa.

Quella piccola massa tondeggiante, in azzurro, che si vede al centro è il corpo della cellula. Esistono vari tipi di neuroni: quelli che portano l'informazione dalla periferia al cervello (afferenti) e che trasmettono per esempio segnali di tatto, calore, dolore e altre percezioni sensoriali. Poi ci sono i neuroni che trasmettono informazioni dal cervello verso la periferia (efferenti) e che inviano, per esempio, stimoli alle ghiandole perché secernano, oppure ordini di contrazione ai muscoli.

Esistono poi neuroni di collegamento (intercalari) che sono particolarmente pieni di dendriti, Quello che vediamo sembra essere appunto un neurone di collegamento o neurone intercalato.

Esistono molti miliardi di questi neuroni, e la loro sterminata capacità di effettuare connessioni, e di stabilire nuovi contatti con altre cellule, crea quella straordinaria rete è alla base del funzionamento del sistema nervoso e in particolare del cervello. Nel cervello è infatti proprio il numero delle cellule nervose, con la ricchezza dei loro collegamenti, che costituisce il fondamento delle capacità mentali.

Curiosamente queste cellule nervose sono abbastanza semplici nella loro struttura interna (soprattutto se paragonate per esempio alle cellule muscolari, che sono assai più complesse): esse sono, per così dire, dei tubicini adatti a una conduzione elettrochimica del segnale. Praticamente esse trasmettono un'onda di propagazione che impegna solo la membrana cellulare: ma la ricchezza dei tracciati e la possibilità di conservare traccia dei segnali che passano (sotto forma di crescita di nuovi contatti e circuiti) fa sì che esse siano diventate attraverso l'evoluzione quello straordinario strumento per memorizzare, associare, collegare che è alla base della memoria, dell'intelligenza, e della immaginazione.

larghezza della pagina 1/40 di mm occorrono cioè 40 pagine per fare 1 mm  
Ingrandimento 12000x.



### 39 - FASCIO NERVOSO

Questi sono alcuni dei <cavi > che collegano il cervello con il resto del corpo. Sono le fibre del sistema nervoso. Il loro numero è elevatissimo, e si ramificano ovunque. Come un cavo elettrico, infatti, un nervo ha al suo interno vari <fasci > che sono formati a loro volta da gruppi di fibre stipate insieme come fascine. Quelle che vediamo qui sono appunto singole fibre che corrono parallele.

In uno stesso cavo possono passare fibre di diverso tipo (di percezione, motorie) e magari possono trasportare impulsi nervosi in direzioni diverse, senza che questi segnali interferiscano tra loro.

Dal midollo spinale esse si ramificano per portare ( o ricevere ) informazioni lungo tutta la rete. Queste che vediamo sono fibre motorie. Ce ne sono di diverse dimensioni: la maggior parte sono grosse e sono rivestite da una spessa guaina isolante ricca di lipidi ( mielina ). Al loro interno passa il segnale, che dal cervello raggiungerà i muscoli per farli contrarre.

La velocità del segnale dipende dal tipo di fibra. In quelle più grandi e riccamente "mielinizzate", il segnale raggiunge la velocità di 100 metri al secondo ( 360 km l'ora, come un'auto da corsa ). nelle altre più sottili e povere o prive di mielina, solo 2 metri al secondo ( 72 km l'ora ).

A volte un virus, il virus della poliomielite, può intaccare quelle aree del midollo spinale dove si trovano i neuroni motori, danneggiandoli e provocando danni anche alle loro fibre. La funzione di queste fibre nervose viene così alterata, e i muscoli non ricevono più il segnale per contrarsi: è l'atrofia muscolare tipica della poliomielite. Nell'immagine si vedono alcuni vasi sanguigni ( in viola ) e dei filamenti di tessuto connettivo ( in rosa ) che tengono insieme il fascio nervoso. Sulla destra si intravede l'involucro del "cavo", cioè il rivestimento di connettivo del nervo, che è stato aperto per vedere al suo interno.

Larghezza della pagina 1/16 mm, occorrono cioè 16 pagine per fare 1 mm.  
Ingrandimento 4800x.



#### **40 - MACROFAGO**

Qui un macrofago è stato ripreso mentre si muove su un tappeto di cellule epiteliali che tappezzano un'ampia cavità situata nell'ipofisi, alla base del cervello.

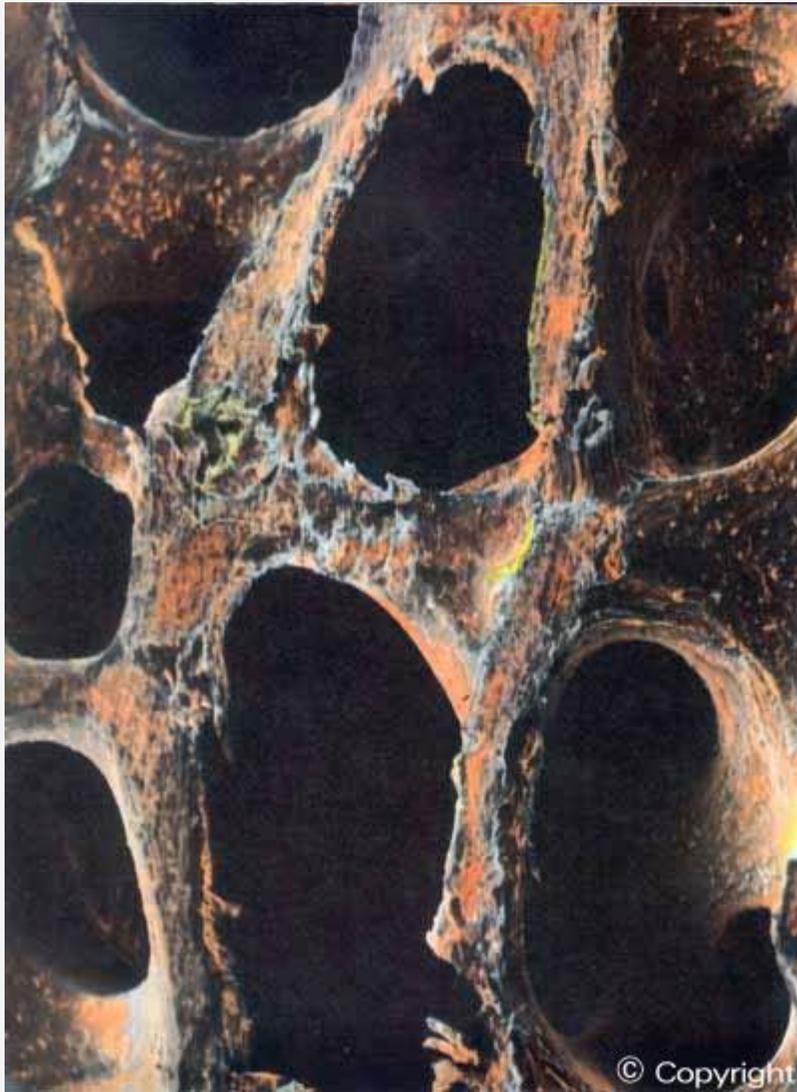
E' uno dei nostri migliori amici: ci difende dai corpi estranei che entrano nel nostro organismo. E' il grande nemico dei batteri e dei virus, con i quali lotta fino a fagocitarli. I macrofagi si trovano ovunque, nel nostro corpo: solitamente nei tessuti connettivi, ma anche nel sangue (in origine sono globuli bianchi, poi migrati fuori dal circolo per andare in giro tra i tessuti dell'organismo).

La forma di questi macrofagi è indefinibile, o meglio è in continua trasformazione: qui vediamo un corpo centrale e delle propaggini filiformi, che servono per esplorare l'ambiente, o per attaccarsi a una parete. Ma nel giro di breve tempo questo macrofago potrebbe avere una forma del tutto diversa, chiudendosi come un riccio, o allungandosi come un serpentello.

La cosa straordinaria è che con il trasformismo queste cellule-individuo possono passare ovunque. Per esempio infilano una delle loro propaggini in una fessura tra le cellule, la estendono e poi pian piano fanno scorrere il loro contenuto citoplasmatico interno dall'altra parte, così come può fare la sabbia passando dall'altra parte della clessidra attraverso una strozzatura.

Quando c'è un'infezione si verifica un <richiamo > chimico sui macrofagi: i recettori che si trovano sulla loro membrana vengono eccitati e il macrofago entra in azione. Si dirige sul posto e attacca le sostanze estranee. Talora a scapito della sua stessa vita. E' come la fanteria, che conduce una lotta corpo a corpo. L'artiglieria è invece costituita da altre cellule immunitarie, i linfociti, che quando sono eccitate <sparano > in giro degli anticorpi, cioè dei piccoli frammenti proteici (gammaglobuline) che vanno ad attaccare selettivamente la superficie di batteri e virus, neutralizzandoli. I macrofagi intervengono poi per eliminarli definitivamente.

larghezza della pagina 1/40 di mm occorrono cioè 40 pagine per fare 1 mm  
Ingrandimento 12000x.



#### 41 - L'OSSO

L'architettura dell'osso spugnoso del femore mostra bene uno dei <trucchi > adottati dalla natura per offrire il migliore risultato con il minimo consumo di materiali. questa struttura ad alveare, infatti è al tempo stesso molto resistente e molto leggera. Se le nostre ossa non fossero spugnose, ma <piene > il nostro corpo peserebbe 4 volte tanto... E' proprio spingendo al massimo l'efficienza di questa struttura che la selezione naturale ha permesso la formazione di ossa quasi <vuote >: quelle degli uccelli, i quali, in questo modo, possono volare.

Alternando zone piene (in particolare quelle esterne) e zone vuote, questa architettura funziona come un insieme di muri maestri, tramezzi, camere. Il materiale da costruzione è costituito da cellule, sostanza intercellulare e fibre: la novità è che il tutto è immerso in sostanze calcificate. Quindi fibre e cellule rimangono murate dentro l'osso.

Il sistema circolatorio decorre dentro l'osso, formando un reticolo di tubazioni, portando nutrimento con il sangue ma anche arricchendosi: è nel midollo osseo, infatti (un tessuto molle situato nella parte più interna dell'osso spugnoso), che si formano nuovi globuli rossi.

Diversamente da quanto avviene in un edificio, però, l'osso è in continuo rifacimento: è come se un palazzo sostituisse continuamente i suoi mattoni, il suo cemento, le sue tubature.

Esistono infatti nella compagine delle ossa cellule particolari (osteoclasti) che, grazie all'azione di certi enzimi, disaggregano continuamente l'osso e liberano il calcio, che attraverso la circolazione sanguigna raggiunge così altre parti del corpo. Ma contemporaneamente, sempre nell'osso, ci sono altre cellule (osteoblasti) che provvedono a una ricostruzione bilanciando così queste perdite. L'esterno dell'osso, in particolare (il periostio), è come una < pelle > che si rigenera continuamente, contribuendo al rinnovamento dei tessuti ossei. Per questo guariamo dalle fratture. Non solo, ma l'osso si modella sulle attività del corpo, rispondendo alle sollecitazioni delle linee di forza. Questo ciclo continuo di erosione e rigenerazione è essenziale per il corretto accrescimento di tutte le ossa durante lo sviluppo dello scheletro, e particolarmente in certi periodi (come durante la gravidanza e l'allattamento). Col tempo, però l'equilibrio viene turbato: nelle persone anziane prevale l'erosione, e le ossa diventano più porose (osteoporosi). Specialmente nelle donne, a causa della riduzione del ruolo degli ormoni dovuta alla menopausa. I tramezzi e i muri diventano più sottili e fragili. E a volte il palazzo (per esempio il femore), nei punti di maggior

pressione, cede, fratturandosi.

larghezza della pagina 2 mm occorre cioè 1/2 pagina per fare 1mm Ingrandimento 150x.



#### 42 - CELLULE DI GRASSO DELLE VIE GENITALI

E' l'immagine di una cellula di grasso, fotografata nelle vie genitali (ne abbiamo viste altre, di altra forma, nella foto n.26). In questa immagine si vede bene la sua dimensione, comparandola con quella dei globuli rossi: centinaia di globuli rossi potrebbero trovare posto al suo interno.

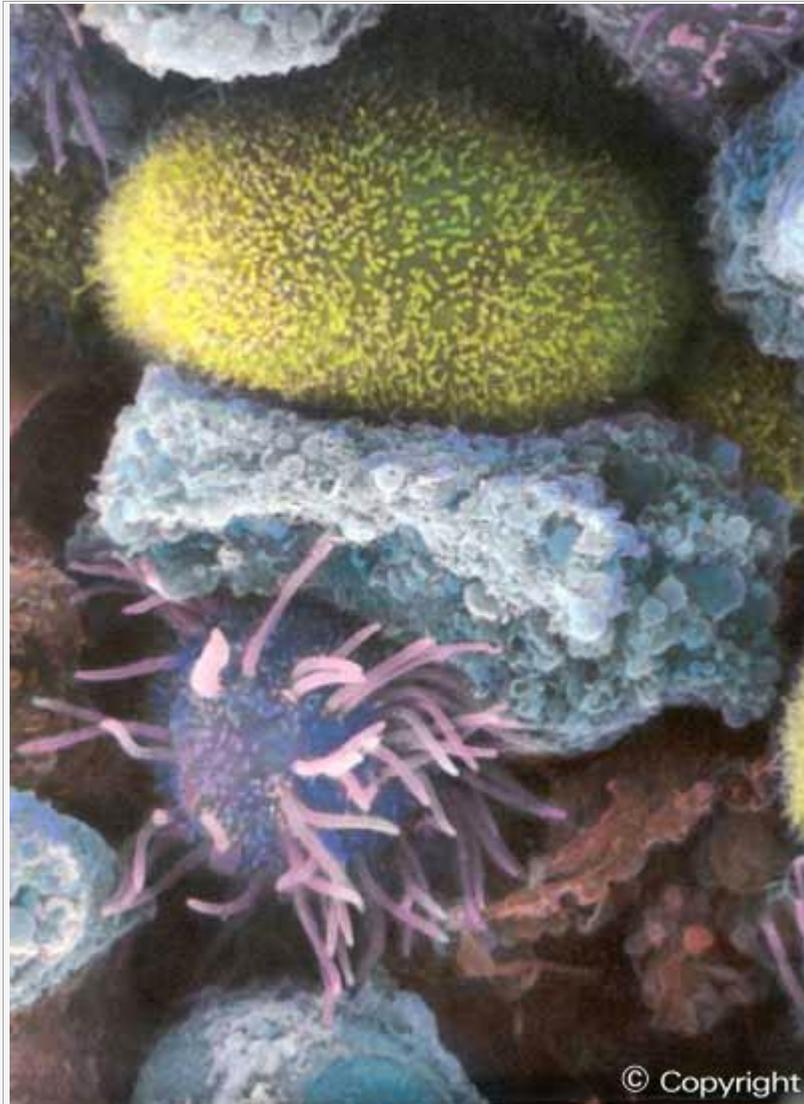
In questo caso la cellula adiposa è soprattutto un contenitore strategico: conserva, sotto forma di grasso, tutta l'energia metabolica in eccedenza, non utilizzata dall'organismo. In caso di necessità è in grado di compiere rapidamente l'operazione inversa: cioè ritrasformare il grasso in metaboliti, e rimetterli nel circolo sanguigno per nutrire l'organismo.

Questo sistema di immagazzinamento e riutilizzazione è particolarmente importante per gli esseri viventi che entrano in ibernazione (e possono così sostenersi senza dover quasi cercar cibo per lunghi periodi): oppure quando la difesa del territorio, come nei leoni marini, richiede una guardia continua, magari per settimane, senza potersi allontanare nemmeno per mangiare.

La riserva di grasso, anche negli esseri umani, non è di per sé negativa, ma quando l'accumulo è eccessivo possono nascere seri problemi. Se infatti il grasso si accumula nel cuore, o nei vasi, può diminuire la loro funzionalità. Le goccioline di grasso possono ispessire le pareti e diminuire così l'afflusso di sangue, costringendo il cuore a pompare con una pressione maggiore (aumentando appunto la <Pressione > arteriosa).

L'accumulo dei grassi non è uguale in tutti gli individui: l'assorbimento è infatti regolato da un ormone, che può agire diversamente a seconda dei casi. E' per questo che alcuni ingrassano più di altri.

larghezza della pagina 1/20 di mm occorrono cioè 20 pagine per fare 1 mm Ingrandimento 6000x.



### 43 - CELLULE DELL'UTERO

Con questa immagine comincia il viaggio all'interno degli organi della riproduzione. Qui siamo nell'utero, e vediamo le cellule della mucosa uterina, che <fodera > l'interno dell'utero. Si vedono, al centro, tre cellule, appartenenti a due ceppi diversi: quella centrale (in azzurro) è della stessa natura di quella di destra (in giallo). Ma queste due cellule sono state colte in due fasi successive; inoltre la seconda cellula è anche stata <scucchiata > e cioè è stata asportata parte della membrana cellulare durante la fase di preparazione. Si vedono i granuli di muco uscire fuori. Quella di destra, più giovane, sta ancora accumulando granuli, che poi usciranno con la secrezione.

A sinistra, invece, si affaccia una cellula cigliata. Nell'utero, però, queste cellule sono poco cigliate e molto scarse, contrariamente a quelle che vedremo nell'ovidotto. Le ciglia, quindi, non sono destinate a creare movimento, bensì insieme alle cellule secernenti, formano un mantello nutritivo per accogliere il giovane embrione. Come sempre, la natura predilige la semplicità: anche per un tessuto così importante come è quello dell'utero, sono soltanto due tipi di cellule, uno cigliato e l'altro secernente, a fornire l'ambiente adatto al meccanismo della riproduzione. Queste cellule poggiano su un tessuto connettivo, ricco di vasi e ghiandole, che a sua volta aderisce alla potente muscolatura dell'utero.

Durante la gravidanza, sia il muscolo che le mucose si adeguano, secondo l'ingrandimento dell'utero e il numero di cellule si moltiplica. La muscolatura dell'utero, dal canto suo, si ipertrofizza (le cellule diventano molto più grandi) ed è grazie alle loro potenti contrazioni che il feto può essere espulso.

larghezza della pagina 1/50 di mm occorrono cioè 50 pagine per fare 1mm  
Ingrandimento 15000x.



#### 44 - LA TUBA UTERINA

Qui siamo nella tuba uterina, o ovidotto. E' quel tratto delle vie genitali femminili che collega l'utero alle ovaie: in pratica è l'estensione dell'utero verso le due ovaie (una a destra e l'altra a sinistra). In questo tunnel avviene il prodigio della fecondazione ( e vedremo tra poco entrare in campo i due protagonisti, l'ovulo e lo spermatozoo). Le cellule cigliate, con il movimento delle loro ciglia, favoriscono il trasporto delle due cellule protagoniste: mentre le altre cellule lubrificano il canale con il loro muco. Dalle due opposte estremità del tunnel entrano l'ovulo e gli spermatozoi, per poi incontrarsi e fecondarsi.

L'ovulo è stato <catturato > sulla superficie dell'ovaia dalle estroflessioni dell' ovidotto (le fimbrie della salpinge), e grazie anche al muco coloso del primo tratto viene trattenuto e sospinto in avanti. Gli spermatozoi, nella loro lunga corsa, vengono aiutati da questa <vegetazione > e anche <capacitati > (come vedremo in seguito).

Dopo aver facilitato l'incontro tra le due cellule protagoniste, l'ovidotto aiuta l'ovulo fecondato a rotolare nell'utero, grazie a movimenti peristaltici (simili a quelli dell'intestino), e a una mucosa che diventa più scivolosa, per l'aumento della secrezione.

Questo semplice tessuto, quindi, svolge una quantità di funzioni, collegate anche a un gioco di ormoni.

E' facile capire che se, in questa catena di avvenimenti, qualcosa va di traverso la fecondazione può non avvenire. E la donna, così è sterile. La fecondazione artificiale può, ovviare ai difetti di percorso dovuto al tessuto (motilità, ciglia, muco), o a un'occlusione (infiammazione, tumori, cause tossiche).

Basta un niente per alterare il sistema. Ma intervenendo artificialmente si possono portare gli spermatozoi <a domicilio >.

larghezza della pagina 1/10 di mm occorrono cioè 10 pagine per fare 1 mm  
Ingrandimento 3000x.



#### 45 - L'OVAIO

Mediamente ogni 28 giorni, nella donna, l'ovaio spinge fuori un uovo per perpetuare il rito della riproduzione. Le ovaie sono due, come si sa, e contengono sin dalla nascita le uova per tutta la vita. La <dote > iniziale è di circa un milione: ma solo poche arrivano alla maturazione. In maggior parte vanno perse. Già prima della pubertà.

Nell'arco della vita la donna ha circa 500 ovulazioni (una ogni 28 giorni per 35-40 anni). Man mano però che passano gli anni i rischi aumentano, proprio per il fatto che queste uova sono già nel <cesto > sin dalla nascita e continuano ad invecchiare (contrariamente agli spermatozoi, che si rigenerano continuamente).

La lunga esposizione alle radiazioni ambientali aumenta le probabilità di mutazioni nei cromosomi di queste uova, e quindi aumentano i rischi di incidenti di percorso e di malformazioni.

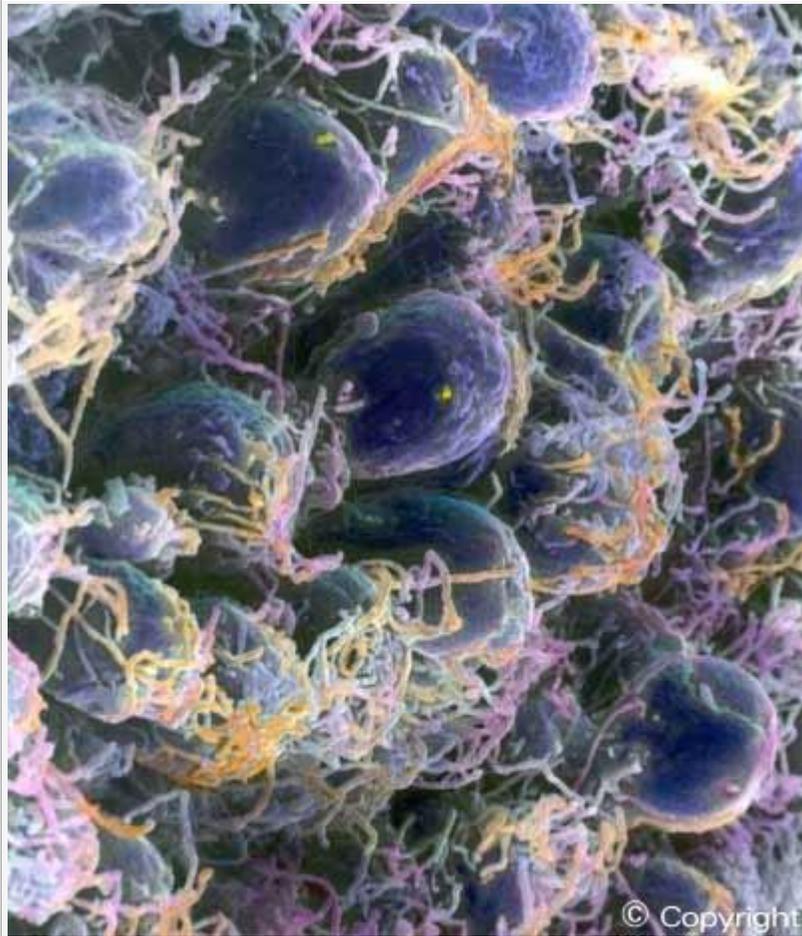
Alcuni ritengono che vi sia ogni mese alternanza, tra le ovaie, nell'ovulazione: ma non c'è una regola. Può anche capitare che vi sia una doppia ovulazione ( questo fatto dà origine a gemelli non monoovulari, ma eterozigoti).

Nella specie umana è un fatto raro, ma in certe specie animali è addirittura la regola (basta pensare a cani e gatti, dove si hanno appunto ovulazioni plurime).

La <collinetta> tra poco si romperà, come vedremo nelle immagini successive. E comincerà l'avventura della fecondazione.

Non è detto però che ogni uovo che esce incontri uno spermatozoo, o che nell'utero l'uovo fecondato si sviluppi normalmente.

E' una corsa a ostacoli. Statisticamente il numero degli insuccessi è enorme. E' un espediente della natura per eliminare i gameti difettosi, e premiare, invece, i migliori. larghezza della pagina 1 mm occorre cioè 1 pagina per fare 1 mm Ingrandimento 300x.



#### **46 - LE CELLULE NUTRICI DELL'UOVO: IL FOLLICOLO**

Se, prima dell'ovulazione, si osserva la superficie dell'uovo, si vede una distesa di cellule-nutrici con i loro microvilli filamentosi.

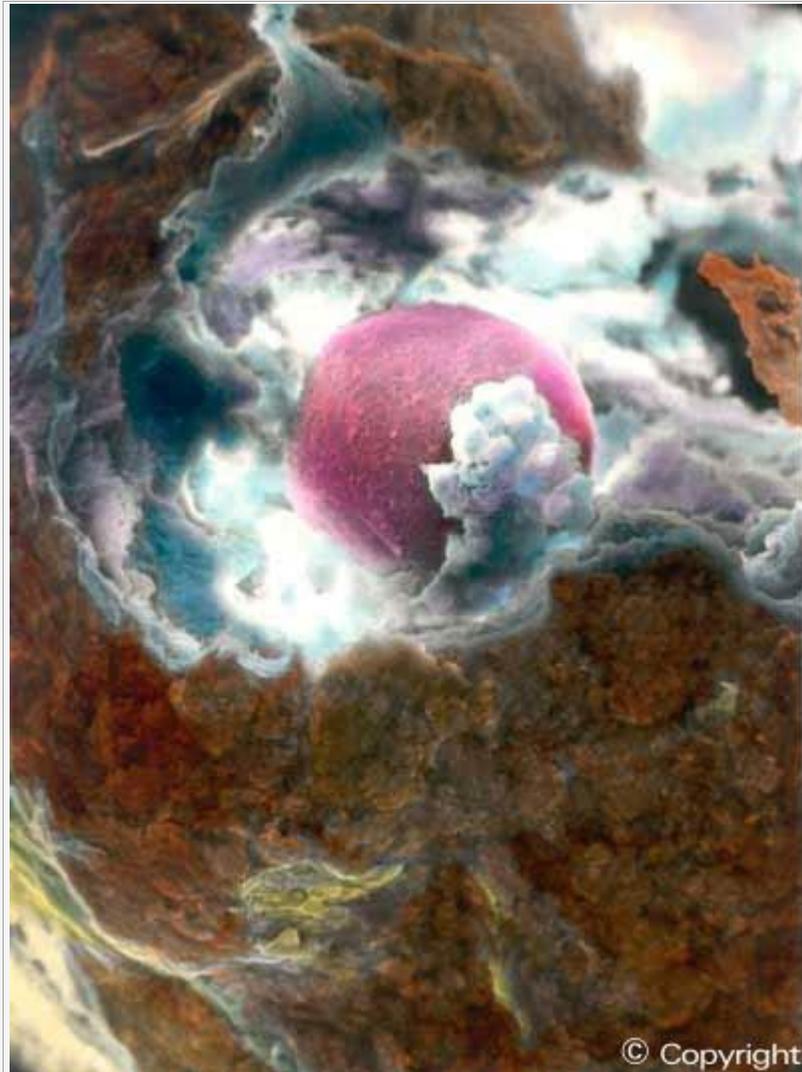
L'uovo, infatti, è come un'ape regina: le sue dimensioni sono molto grandi e la sua superficie è letteralmente ricoperta da una moltitudine di piccole cellule-balia che lo nutrono e lo proteggono. Addirittura, come in questo caso, esse lo rivestono interamente come un involucro.

All'interno di questo <nido > (che si chiama follicolo ooforo), l'uovo si sviluppa e matura. Lo strato di cellule che vediamo è molto sottile quando l'uovo è a riposo, ma aumenta quando l'uovo entra in maturazione sotto lo stimolo degli ormoni. Aumentano così anche i microvilli (in rosso), e gli ormoni trovano di conseguenza un maggior numero di recettori-bersaglio. Le cellule si moltiplicano, mentre l'uovo cresce di dimensioni.

Attraverso una fitta vascolarizzazione arrivano sulla superficie dell'uovo dei fluidi nutritivi (filtrati sanguigni): essi si accumulano quindi dentro il follicolo, che si trasforma così in una vescicola. E' proprio questa vescicola che, ingrandendosi, forma il gonfiore (<la collinetta>) che abbiamo visto nella pagina precedente. In questo modo la pressione aumenterà, ma non fino a rompere la superficie dell'ovaio. A rompere la parete della vescicola e far fuoriuscire l'uovo senza danni, al momento opportuno provvederanno infatti specifici enzimi e ormoni.

Una volta liberato l'uovo perderà gran parte del suo involucro (cioè del suo follicolo), che ha esaurito la sua funzione nutritiva durante la maturazione. Tuttavia conserverà un sottile strato di cellule a suo diretto contatto, che gli formeranno un'elegante corona: la corona radiata. E sarà pronto per poter essere fecondato.

larghezza della pagina 1/20 di mm occorrono cioè 20 pagine per fare 1 mm  
Ingrandimento 6000x.



#### 47 - LA ROTTURA DEL FOLLICOLO: L'OVULAZIONE

Quest'immagine, rappresenta il momento culminante dell'ovulazione. L'uovo, attraverso lo squarcio del tessuto, si affaccia, e sta per iniziare il suo lungo viaggio verso l'utero.

Fra le tante uova che si trovano nell'ovaio, quest'uovo è quello che ha avuto la fortuna di essere nella posizione giusta al momento giusto, ed essere così spinto fuori grazie a un complesso gioco di fattori ambientali, di enzimi e di ormoni.

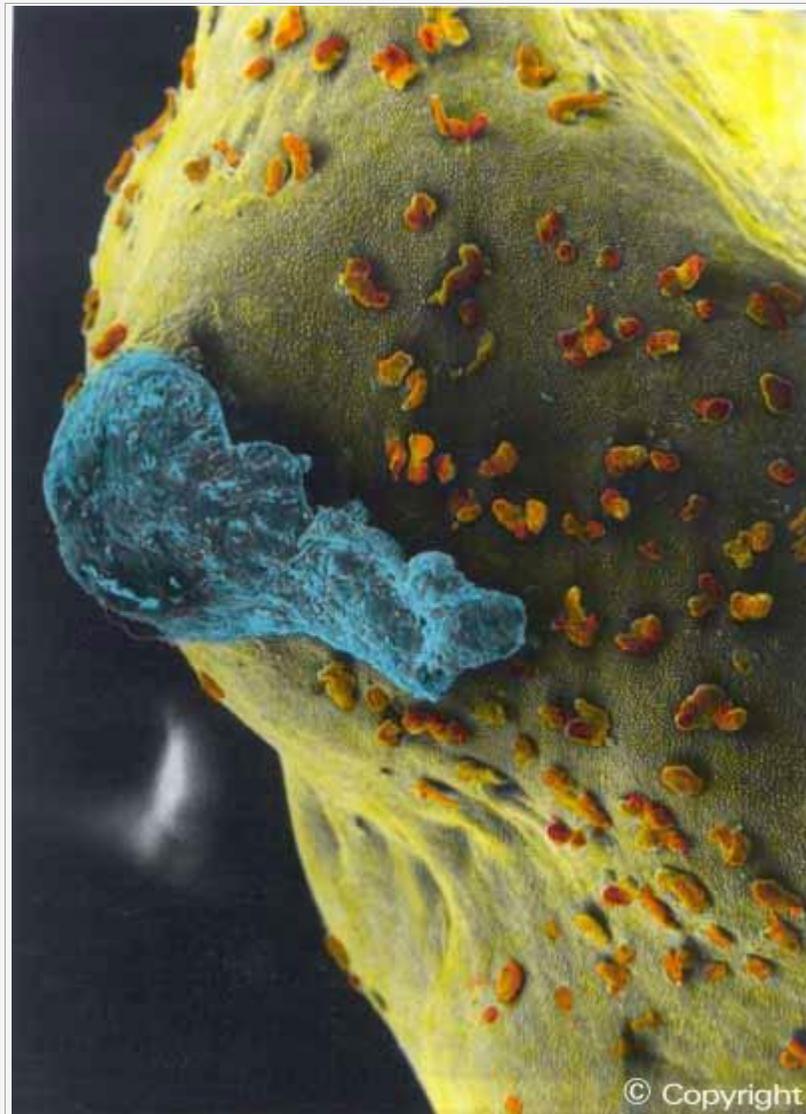
Tutt'intorno si vedono le cellule nutritive del follicolo (in celeste), che come tante ancelle gli hanno assicurato protezione e nutrimento durante il suo sviluppo, e che ora vengono in gran parte abbandonate.

Questo complesso processo di ovulazione risponde a segnali che vengono da molto lontano: dal cervello, più precisamente dall'ipotalamo e dall'ipofisi (ciò spiega anche perché turbe o malattie psichiche possono alterare il sistema). C'è un circuito biochimico, infatti, che collega l'ovaio con l'ipotalamo e l'ipofisi, e che consente uno scambio di stimoli ormonali. Durante la maturità sessuale l'ipofisi secreta ormoni: gonadotropine, che stimolano la maturazione dell'uovo e provocano infine l'ovulazione. L'ovaio così stimolato produce a sua volta ciclicamente ormoni sessuali progesterone ed estrogeni (questi ultimi prevalgono prima dell'ovulazione).

La circolazione di questi ormoni ha varie altre funzioni: in particolare quella di regolare le modificazioni della mucosa dell'ovidotto, lungo le quali deve viaggiare l'uovo, e anche della mucosa dell'utero. Infatti, entrambe queste mucose devono trasformarsi per favorire l'impianto dell'embrione.

E' interferendo su questo complesso meccanismo di sequenze ormonali che agiscono oggi i contraccettivi: modificando il ciclo essi, infatti, impediscono all'uovo di maturare, oppure di installarsi nell'utero.

larghezza della pagina 1/3 di mm occorrono cioè 3 pagine per fare 1 mm Ingrandimento 900x.



#### 48 - DURANTE L'OVULAZIONE

Ecco la <colata lavica > che segue l'ovulazione. Dalla lacerazione della superficie, assieme al follicolo, fuoriesce un liquido coloso (colorato in azzurro) che circonda l'uovo e lo accompagna in questa prima fase del rotolamento.

La superficie dell'ovaio qui è costellata di estroflessioni papillari, cioè piccole escrescenze (in rosso).

E' importante che queste eruzione non avvenga in modo esplosivo: ma piuttosto come la fuoriuscita da un tubo di dentifricio. La pressione consente così all'uovo di essere sospinto fuori senza traumi. Questa sequenza dura 40-50 secondi.

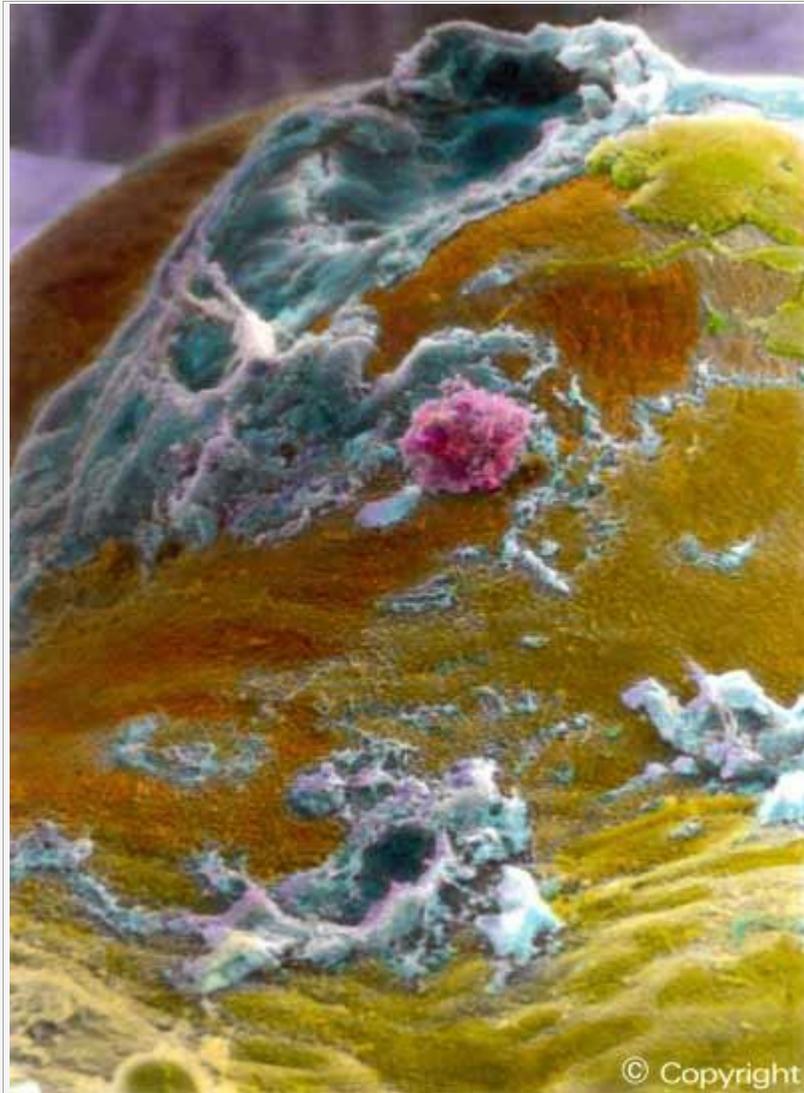
Paradossalmente si potrebbe dire che è una specie di <parto > a livello microscopico: l'uovo, infatti è un po' come un feto che cresce all'interno dell'ovaio, circondato da un liquido protettivo; l'ovaio, in quel punto, si gonfia come un ventre gravido, e dà, infine, nascita a questo minuscolo individuo potenziale, che dovrà incontrarsi con lo spermatozoo per unirsi e cominciare una nuova (e vera) gravidanza all'utero, attraverso la moltiplicazione cellulare.

Ciò che rimane della lacerazione verrà rapidamente cicatrizzato e si trasformerà in una grossa ghiandola a secrezione interna (<corpo luteo >). Questa ghiandola ha una funzione importantissima: serve a produrre quel tipo di ormone (progesterone) che permette all'uovo di trovare nell'utero l'ambiente adatto per annidarsi e crescere. Questa trasformazione della cicatrice in ghiandola è rapidissima: dopo due o tre giorni essa è già diventata una fabbrica di ormoni. Se tutto funzionerà bene (cioè se l'uovo verrà fecondato dallo spermatozoo e comincerà lo sviluppo embrionale), questa fabbrica continuerà a produrre e pompare ormoni nel sangue e si ingrandirà.

Altrimenti in mancanza di <segnali > dall'embrione, si fermerà.

E tutto il <nido > predisposto nell'utero (la mucosa) cadrà assieme al sangue presente sulle pareti. Avviene cioè una regolare mestruazione. Ed il ciclo si ripete!

larghezza della pagina 1 mm occorre cioè 1 pagina per fare 1 mm Ingrandimento 300x.



#### 49 - DOPO L'OVULAZIONE

Il paesaggio, circa un minuto dopo l'«eruzione» che ha portato un uovo in superficie. In alto a destra è visibile lo squarcio che si è creato. Tutt'intorno i brandelli del follicolo protettivo e nutritivo. Al centro l'uovo, rotolato lungo la pendenza, ancora ricoperto da un esile strato di cellule nutritive.

È questo un momento delicatissimo nel processo riproduttivo. L'uovo sta per essere catturato dai movimenti delle fimbrie (specie di tentacoli dell'ovidotto): se tutto andrà bene verrà sospinto nel tubicino (lungo circa 10 centimetri) che lo porterà verso l'utero. È lì, in quel tunnel, che incontrerà gli spermatozoi per la fecondazione. Subito dopo la fecondazione comincerà a suddividersi, rotolando nell'utero per impiantarsi. Può darsi che in tutto questo percorso qualcosa non funzioni: che l'uovo non venga catturato, che non vi siano spermatozoi nell'ovidotto, che si verifichino scompensi ormonali che compromettano le varie fasi della fecondazione e dell'impianto nell'utero.

Può anche darsi che qualche spermatozoo arrivi fin qui, ai piedi della collinetta, e fecondi l'uovo prima che sia giunto il momento adatto. In tal caso può verificarsi una «gravidanza extra-uterina»: per esempio può succedere che l'embrione si impianti qui, nella zona dell'ovaio, o nel peritoneo che avvolge un'ansa intestinale, o nell'ovidotto (gravidanza tubarica). Ciò porta inevitabilmente a un aborto spontaneo.

Nel caso della gravidanza tubarica si ha come risultato per la madre la rottura della tuba (al secondo mese di gravidanza) con conseguente emorragia interna.

Questi inizi di gravidanza anomali spiegano anche perché è ipotizzabile una gravidanza maschile (ma occorre che un individuo sia «femminilizzato» artificialmente attraverso somministrazione di ormoni). Infatti un embrione potrebbe essere, in teoria, impiantato (embryo transfer) in un tessuto molto vascolarizzato: per esempio il rene o un'ansa intestinale. Ciò permetterebbe lo sviluppo (ma per quanto tempo?) di un feto...

larghezza della pagina 1 mm occorre cioè 1 pagina per fare 1 mm Ingrandimento 300x.



#### **50 - LA SECREZIONE DELL'UTERO**

**Nell'utero tutto si sta preparando all'accoglimento dell'uovo fecondato. Le palline colorate in giallo sono i granuli di muco prodotti da una ghiandola della parete. Contengono zuccheri e proteine. Fanno parte del nido in cui dovrà impiantarsi e svilupparsi l'embrione.**

**La produzione di questo muco è stata stimolata dall'arrivo (attraverso il circolo sanguigno) di ormoni che come messaggeri annunciano l'avvenuta ovulazione. Gli ormoni (il loro nome greco significa <eccitatori >) sono come microscopi sottomarini che circolano nel sangue, e che vanno a colpire organi- bersaglio sensibili alla loro azione. Detto in altre parole, sono delle molecole, prodotte da certe cellule (in questo caso per esempio dal follicolo dell'uovo che sta maturando, oppure dal <corpo luteo >, cioè lo squarcio che rimane dopo l'uscita dell'uovo, trasformato in ghiandola): immerse nel circolo sanguigno vanno a eccitare organi sensibili e ad attivare certe loro funzioni.**

**L'utero così eccitato si trasforma, si inturgidisce, produce secrezioni, nelle pareti aumenta la circolazione del sangue. Si prepara il terreno, tra l'altro, alla formazione delle strutture che diventano poi la placenta.**

**Analoghe trasformazioni avvengono nell'ovidotto, cioè nel tubicino destinato al passaggio dell'uovo: la secrezione, in particolare, rende più facile il transito della cellula uovo lubrificando la superficie delle pareti.**

**larghezza della pagina 1/20 di mm occorrono cioè 20 pagine per fare 1 mm  
Ingrandimento 6000x.**



#### 51 - LA NASCITA DEGLI SPERMATOZOI: IL TUBULO SEMINIFERO

Nel 1679 uno studente olandese, Johan Ham, mostrò al microscopio, allo studioso A. van Leeuwenhoek, degli strani animaletti che si muovevano nello sperma: per la prima volta l'uomo osservava direttamente le straordinarie cellule maschili preposte alla riproduzione, gli spermatozoi. Il re Carlo II, protettore dell'Accademia a Londra, assistette poi, <con applauso >, a una successiva dimostrazione. Questi strani "animaletti vennero chiamati <animaluncula spermatica >.

Ma nessun ricercatore del passato poteva vedere (o capire) immagini come questa. Questi ciuffi sono spermatozoi in formazione, visti nei finissimi tubuli che li contengono, all'interno dei testicoli. Questa visione in sezione consente di capire il meccanismo di formazione. Le cellule che vediamo alla periferia del tubulo rappresentano una fase precoce: sono cellule che ancora contengono 46 cromosomi (come tutte le altre cellule del corpo). Migrando verso il centro subiscono una serie di trasformazioni: sdoppiandosi, dimezzano i loro cromosomi (da 46 a 23), poi man mano assumono il caratteristico aspetto che conosciamo.

Gli spermatozoi sono numerosissimi. Basti pensare che il tubulo seminifero che vediamo ha una sezione di circa  $\frac{1}{4}$  di millimetro, e già non riusciamo quasi a contare gli spermatozoi al suo interno: ebbene, di questi tubuli ce ne sono circa mille, con una lunghezza complessiva (se fossero srotolati) di oltre un chilometro... Questo spiega perché, a ogni <eiaculazione > escono 200-300 milioni di spermatozoi. Il loro numero, come si sa, deve essere molto elevato, in modo che siano alte le probabilità della fecondazione (solo pochi riusciranno ad arrivare nella tuba nei pressi dell'uovo, e uno solo penetrerà all'interno).

La formazione degli spermatozoi, nell'uomo, continua (anche se meno abbondantemente) per tutta la vita, mentre nella donna l'ovaio, dopo la menopausa, si esaurisce e non produce più uova.

Questo diverso meccanismo fa sì che un uomo di 80 anni può ancora procreare, una donna di 60 non è più in grado di procreare,.

larghezza della pagina  $\frac{1}{4}$  di mm occorrono cioè 4 pagine per fare 1 mm  
Ingrandimento 1200x.



## 52 - IL VIAGGIO DEGLI SPERMATOZOI

Sono spermatozoi in viaggio. Stanno attraversando la <prateria > dell'utero, in direzione dell'ovidotto. E' un viaggio lungo e pieno di pericoli: può durare 12-24 ore, e durante il percorso la maggior parte degli spermatozoi viene eliminata.

La prima selezione avviene già nella vagina e nel canale cervicale (cioè prima ancora di arrivare nell'utero): un muco ostile, acido, elimina molti spermatozoi, anche se il liquido seminale ancora li protegge, almeno in parte (ma se l'accoppiamento avviene in un periodo fertile il muco è meno compatto, e quindi più facilmente attraversabile). Un'altra selezione avviene qui nell'utero, nella strettoia verso l'ovidotto. Grazie al loro numero gli spermatozoi si comportano un po' come quelle truppe d'assalto che arrivano a ondate continue: i primi cadono, ma man mano aprono la strada. E gli altri passano.

Dopo questa selezione solo un centinaio di spermatozoi arrivano nell'ovidotto (sui 200-300 milioni iniziali...).

Tra questi ve ne sono molti anormali (per esempio con due teste, o due code), o non adatti. Insomma, la fecondazione si gioca sul filo del rasoio: se il <lancio > iniziale non è sufficiente, la corsa a ostacoli rischia, alla fine, di rimanere senza concorrenti. E perciò senza vincitori.

In un certo senso, quella metà di ognuno di noi che prima della fecondazione era uno spermatozoo è riuscita a vincere questa straordinaria corsa, evitando gli acidi, trovando la strada giusta, passando sulle vittime immolate e precedendo gli altri nello sprint finale verso la cellula uovo.

E facendo anche le cose giuste per maturare lungo il percorso. Gli spermatozoi, infatti, non sono subito capaci di fecondare l'uovo: debbono essere per così dire <capacitati >. La foto mostra degli spermatozoi che <pascolano > nell'utero: con il loro movimento, essi strisciano sulla mucosa. Probabilmente ciò provoca una reazione tra i fluidi della mucosa e il cappuccio membranoso che riveste la loro testa. E questo li <capacita >: cioè li rende adatti (chimicamente) a dissolvere le membrane di protezione che avvolgono l'uovo.

La risalita verso l'uovo viene fatta anche grazie alle contrazioni delle vie genitali femminili. Il movimento degli spermatozoi è forse più destinato all'orientamento. E la loro coda, come un timone, serve forse a tenere la <rotta > larghezza della pagina 1/40 di mm occorrono cioè 40 pagine per fare 1 mm  
Ingrandimento 12000x.



### 53 - L'UOVO

In questa immagine vediamo l'uovo circondato da <incrostazioni > spugnose: è la parte rimasta di quel follicolo di cellule-ancelle destinate a proteggerlo e nutrirlo (qui l'uovo è spogliato di parte delle sue cellule follicolari, e questo ci consente di capire meglio la struttura d'insieme).

I <pallini > che si vedono in superficie sono microvilli o vesciolette delle cellule follicolari.

Al centro si vede l'uovo, avvolto da un ulteriore involucro protettivo, qui colorato in rosso: è una sottile membrana elastica chiamata <zona pellucida >. Si tratta di una membrana fortemente selettiva, che lascia filtrare solo sostanze nutritive (sostanze che provengono dalle cellule soprastanti, le quali con i loro prolungamenti arrivano fino all'uovo, <sottocoperta >).

Quando gli spermatozoi arrivano debbono attraversare questi due strati: prima cioè quello delle cellule follicolari (che nella realtà avvolgono tutto l'uovo) e poi quello della zona pellucida.

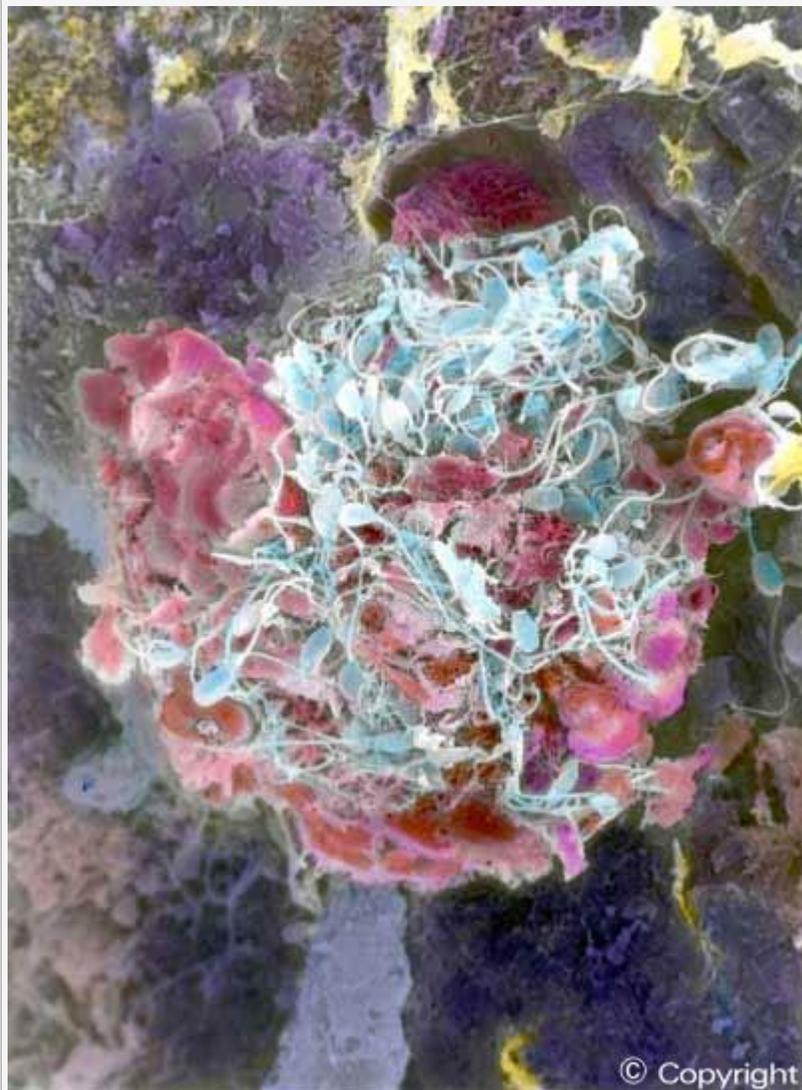
Per realizzare questa <trapanazione > gli spermatozoi posseggono nel loro cappuccio speciali sostanze: o enzimi <litici > (digestivi) capaci di aprire un varco fra le cellule follicolari e di dissolvere chimicamente le membrane che avvolgono l'uovo.

Il fatto è che, superata la barriera delle cellule follicolari, il primo spermatozoo che entra in contatto con la membrana dell'uovo, penetrando al suo interno, scatena una immediata reazione: la membrana si irrigidisce, diventa impermeabile. I suoi recettori di superficie vengono inattivati: cioè non reagiscono più.

Lo spermatozoo seguente, al suo arrivo trova, per così dire, tutte le porte sprangate e i campanelli inattivati. Le sue <chiavi chimiche > non riescono più ad aprire il passaggio. E, così, il secondo spermatozoo rimane fuori. Come tutti gli altri che seguiranno.

larghezza della pagina 1/6 di mm occorrono cioè 6 pagine per fare 1 mm

Ingrandimento 1800x.



#### 54 - LA FECONDAZIONE

Gli spermatozoi che vediamo sono i superstiti di una lunga marcia, e ora assediame l'uovo per penetrarvi. Erano partiti in 200-300 milioni: sono rimasti in pochi a disputarsi l'ultima battaglia.

E' la finalissima. Solo uno riuscirà a penetrare nella fortezza. Magari sfruttando un passaggio aperto già in parte da altri.

Come abbiamo visto nell'immagine precedente, gli spermatozoi debbono superare la <corona > di cellule follicolari (qui colorate in rosso) e poi penetrare nell'ultima membrana che avvolge l'uovo: la zona pellucida.

Utilizzando gli enzimi contenuti nel loro cappuccio, gli spermatozoi cercano di aprire un varco chimico, nel fitto delle cellule: il primo che penetrerà nella zona pellucida ed entrerà nell'uovo provocherà, una reazione quasi immediata di irrigidimento delle membrane oculari, che impedirà altri tentativi successivi (e quindi impedirà l'ingresso di altri spermatozoi).

E' una corsa in cui non serve arrivare secondi. Non ci sono medaglie d'argento. Capita, comunque, eccezionalmente, che due spermatozoi entrino nell'uovo: in tal caso si formano embrioni con 69 cromosomi (23+23+23). L'aborto spontaneo è inevitabile.

Lo spermatozoo vincente non solo provoca una <chiusura della porta > , a livello delle membrane, ma stimola anche una suddivisione del nucleo dell'uovo, il quale espelle metà dei suoi 46 cromosomi (è come se una ciliegia espellesse metà del suo nocciolo). A quel punto i due <pro-nuclei> (23 cromosomi dello spermatozoo e 23 dell'uovo) si fondono e si impastano dando luogo a un unico nucleo con 46 cromosomi. E' così che i due genitori contribuiscono alla <costruzione > di un nuovo essere, attraverso una ricombinazione di parte dei loro caratteri. E ciò provoca quella straordinaria varietà degli individui che ha consentito all'ambiente, attraverso milioni di anni, di selezionare i più adatti.

Quello che sorprende, in queste immagini, è la sproporzione tra la grandezza dell'uovo e quella dello spermatozoo.

Sembra quasi l'unione di un'elefantessa con un topolino: in realtà le proporzioni si ristabiliscono rapidamente nelle fasi successive, come vedremo nella prossima immagine.

larghezza della pagina 1/18 di mm occorrono cioè 18 pagine per fare 1 mm  
Ingrandimento 5400x.



#### 55 - PRIMI GIORNI DI VITA: LA MORULA

Questo è l'inizio della formazione di un nuovo essere vivente. Le prime cellule si stanno dividendo: per ora sono poche, poi diventano milioni, anzi centinaia di miliardi. In questa immagine è stato eliminato, grazie a sostanze <digerenti >, l'involucro che normalmente avvolge queste cellule (la zona pellucida) in modo da poter vedere come le cellule si organizzano nello spazio.

Abbiamo visto, nell'immagine precedente, l'enorme differenza di grandezza tra l'uovo e lo spermatozoo.

Il <trucco > per riportare l'uovo fecondato (cioè la prima cellula di base) a dimensioni più piccole consiste in una serie di suddivisioni interne. Così come una torta si divide in 2,4,8 ecc. per dare origine a tante fette, analogamente l'uovo fecondato si divide in 2, cellule, poi 4, 8, 16 ecc. fino a dare origine a una <morula > (essa trae il suo nome appunto dalla sua somiglianza con il frutto della mora), in cui ogni cellula ha soltanto la grandezza di 15 micron, cioè circa tre volte la testa di uno spermatozoo.

Qui vediamo appunto una morula. Di queste cellule se ne producono 32 o 64 prima che avvenga l'impianto nell'utero.

In questa fase ogni cellula (blastomero) è ancora <toti-protente>: cioè se venisse separata potrebbe dar vita a un essere completo. E, infatti, ciò ogni tanto capita. Se infatti, per esempio, la zona pellucida (l'involucro) che normalmente riveste la morula si rompe, queste cellule si possono separare dando origine a due (o più) morule: che a loro volta daranno origine a due (o più) gemelli. Naturalmente identici. Questa separazione può avvenire ancor più precocemente, prima dello stadio di morula.

I gemelli, quindi, si formano già nell'ovidotto, e poi si impiantano nell'utero.

Può accadere che dei gemelli rimangano uniti in certe parti del corpo (gemelli <siamesi >): ciò è dovuto solitamente a una separazione tardiva o incompleta.

Le cellule più superficiali dell'embrione in formazione si trasformeranno in membrane nutritive per dar luogo alla placenta. Esse penetrando nei tessuti dell'utero costruiranno una speciale struttura spugnosa che servirà da collegamento col circolo sanguigno materno: la placenta. E così, il feto si svilupperà e si nutrirà fino al momento della nascita.

larghezza della pagina 1/10 di mm occorrono cioè 10 pagine per fare 1 mm  
Ingrandimento 3000x.



## 56 - L'UTERO IN GRAVIDANZA

Tutto è pronto nell'utero per l'impianto dell'embrione. La membrana di rivestimento interno che qui vediamo (l'endometrio) è turgida, ipertrofica: le cellule sono aumentate di volume e si sono moltiplicate. La mucosa dell'utero, ripiegandosi, ha formato pieghe e avvallamenti e ha così preparato un terreno ricco di nutrimento, altamente vascolarizzato. Il sangue, circolando in abbondanza sotto le cellule, consentirà alle sostanze nutritive di sostenere la rapida trasformazione che avverrà con l'arrivo dell'embrione. Quando arriverà l'embrione avrà (in paragone a questa foto) le dimensioni di una palla da tennis e sarà formato ormai da piccole cellule analoghe a quelle che vediamo nell'immagine.

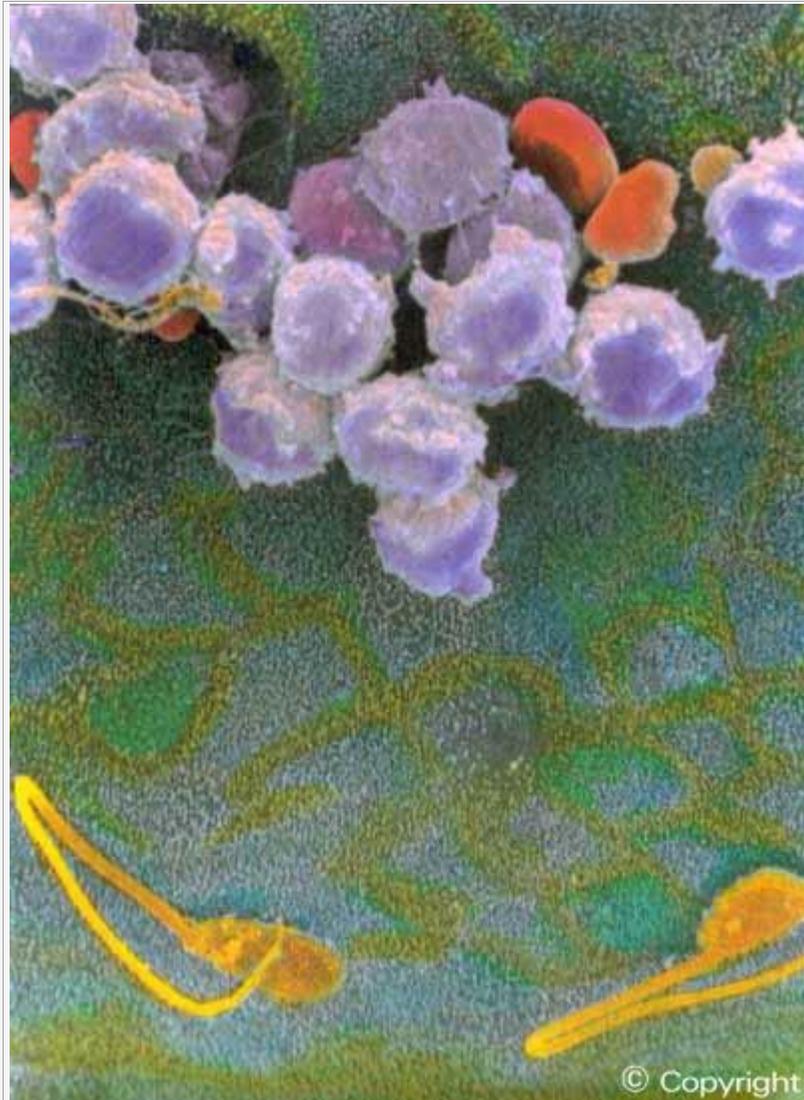
L'embrione arriva nell'utero quando ha già 5 oppure 6 giorni. E' interessante notare, in proposito, che in questi primi giorni di vita non ha avuto bisogno di ossigeno. Infatti nessun sistema circolatorio glielo ha fornito: era semplicemente una morula che lentamente rotolava verso il suo nido. Secondo alcuni ciò è una chiara <rievocazione > della primordiale nascita della vita, che avvenne appunto in mancanza, o quasi, di ossigeno.

Se infatti lo sviluppo dell'embrione nell'utero è, come suggerì nell'800 l'embriologo Ernst Haeckel, una specie di ricapitolazione della storia della vita (con i vari passaggi dallo stadio del pesce a quello del rettile, e poi del mammifero), la primissima fase sembra rievocare epoche ancora più remote, quando solo esseri unicellulari popolavano la Terra.

Appena arrivato qui l'embrione prenderà contatto con la mucosa uterina, impiantandosi: e con le sue propaggini, simili alle radici di un albero che si espandono in un terreno fertile, rapidamente occuperà tutto lo spazio, mentre una parte delle sue cellule insieme a una parte della mucosa uterina si trasformeranno in placenta.

Intanto sotto questa membrana interna (mucosa), i muscoli dell'utero si preparano alla grande espansione. Le cellule si moltiplicano e diventano 15-20 volte più grandi: l'utero, dalle dimensioni di un piccolo pugno, diventerà abbastanza grande per contenere un feto di 9 mesi. E abbastanza forte per espellerlo con una serie di contrazioni

larghezza della pagina 1/3 di mm occorrono cioè 3 pagine per fare 1 mm  
Ingrandimento 900x.



#### **57 - LA MORTE DEGLI SPERMATOZOI**

**E' una scena drammatica. Sono due degli spermatozoi che hanno perso la battaglia, e che ora stanno per essere aggrediti e uccisi da una piccola folla di leucociti.**

**Sono due dispersi, ormai moribondi (o forse già morti), di quell'incredibile esercito di 200-300 milioni penetrato nelle vie genitali femminili dopo una eiaculazione. I leucociti sono arrivati qui viaggiando lungo i vasi sanguigni, e uscendo con movimento ameboide attraverso le strette fessure tra le cellule. Ora hanno la loro forma tondeggiante. Pronti per attaccare.**

**I due spermatozoi sono ormai immobili, con la coda ripiegata, pronti a morire. In un certo senso è la morte di due sopravvissuti in un lungo viaggio.**

**Questi leucociti, lo abbiamo visto, ripuliscono l'organismo di tutti i corpi estranei: sia quelli che provengono dall'esterno che quelli che provengono dell'interno (per esempio globuli rossi morti). Una scena analoga, del resto, sta contemporaneamente avvenendo nelle vie genitali maschili, dove altri leucociti si stanno avventando come avvoltoi sugli spermatozoi rimasti indietro, e su quelli non <lanciati > fuori.**

**Ormai la fecondazione è avvenuta, e si ripulisce il campo dai cadaveri. Lungo tutto il tragitto: dalla vagina all'utero, dalle trombe fin sull'uovo fecondato.**

**Mentre nell'utero sta per svilupparsi una vita, qui, a pochi centimetri di distanza, si consuma l'ultimo atto tutto sommato utile. Perché ha permesso a uno spermatozoo di piantare la bandierina sulla fortezza, espugnandola e dando così origine allo sviluppo di una nuova vita. Mors tua, vita mea.**

**larghezza della pagina 1/20 di mm occorrono cioè 20 pagine per fare 1 mm**

**Ingrandimento 6000x.**



#### 58 - E IL CICLO RICOMINCIA: CELLULE GERMINALI PRIMORDIALI

L'embrione si sta ormai sviluppando nell'utero, e il microscopio è andato a scrutare cosa succede nelle zone dell'embrione destinate a diventare in futuro organi della riproduzione. In questa (e nelle due prossime immagini) vedremo appunto che già prestissimo, nell'embrione, questi organi cominciano a svilupparsi.

Qui siamo sulla superficie dell'ovaio di un embrione di circa 6-7 settimane. Si vede, sullo sfondo, un ribollire di attività cellulari, sintomo della vivacità del tessuto ovarico. Il microscopio ha colto un'immagine molto rara. In primo piano vediamo due cellule appena divise, ancora attaccate, che appartengono a una categoria molto speciale, e completamente diversa da tutte le altre che formano il nostro corpo: sono cellule destinate a diventare uova. Esse non sono nate qui, ma sono arrivate dopo una lunga marcia, attraversando il corpo dell'embrione.

Verso la terza settimana, infatti, queste cellule capostipiti, originate dai tessuti embrionali primitivi, si mettono lentamente in cammino per andare a raggiungere le zone del corpo che diventeranno gli organi di riproduzione. E' come una migrazione biblica, verso la Terra Promessa.

Arrivate a destinazione, queste future uova continuano a dividersi (così come avevano già fatto durante la marcia), fino a raggiungere, a metà gravidanza, l'incredibile cifra di 6-7 milioni. Poi gran parte di queste uova primitive moriranno (forse per selezione) e il loro numero scenderà a circa 1 milione. Di queste ne rimarranno appena 40.000 alla pubertà. Sarà la <dote > dell'ovaio, per tutta la vita. Ma, come abbiamo visto, solo 500 giungeranno in realtà alla fase dell'ovulazione.

Queste uova, assai più grandi delle normali cellule, per nutrirsi hanno bisogno dell'aiuto di cellule-ancelle (le abbiamo già viste nelle foto n.46 e 47): cioè di una corte di piccole cellule follicolari che le avvolgono e le alimentano. E' un po' quello che avviene anche per altre cellule <nobili >, quelle nervose, che hanno bisogno del supporto delle cellule gliali.

Questa immagine è anche simbolica. Un altro uovo sta nascendo, forse sarà un giorno fecondato, diventerà a sua volta un individuo, e genererà altre uova perché siano a loro volta fecondate. In una catena che dura da milioni di anni.

larghezza della pagina 1/30 di mm occorrono cioè 30 pagine per fare 1 mm  
Ingrandimento 9000x.