

Il citoscheletro è l'insieme delle strutture cellulari adibite a funzioni di sostegno, controllo delle divisioni cellulari, resistenza a stimoli quali trazione e compressione. Nella prima parte abbiamo descritto i *microfilamenti*, ovvero strutture elicoidali proteiche costituite principalmente di actina, fondamentali soprattutto nei processi di motilità intra ed extracellulare. Adesso ci occuperemo dei ***microtubuli***.

I microtubuli

I microtubuli sono strutture proteiche di forma cilindrica. Il loro diametro è di 25 nm e sono quindi le strutture di dimensioni maggiori. All'interno presentano una cavità di 15 nm che lascia intendere che lo spessore della parete sia di circa 10 nm. Sono composti di monomeri di *tubulina*.

Cos'è la tubulina?

La tubulina è una [proteina](#) globulare costituente i microtubuli. Esistono diverse classi di tubuline con caratteristiche differenti.

- **α -tubulina**, caratterizzata da un peso molecolare di circa 50 kDa ed è costituita di 451 amminoacidi.
- **β -tubulina**, ha un peso molecolare circa uguale alla precedente ed una sequenza amminoacidica di 445.
- **γ -tubulina**, è più "pesante" delle precedenti, 53 kDa, e ha un punto isoelettrico maggiore, 5,9 invece che 5,35,1.

Le prime due hanno un ruolo strutturale all'interno dei microtubuli, la γ - tubulina favorisce la polimerizzazione.

Assemblaggio microtubuli e proteine associate

La polimerizzazione dei microtubuli è più rapida di quella dei microfilamenti in quanto è energeticamente favorita. All'interno della cellula è infatti presente il *centro di organizzazione microtubulare*, **MTOC**. Questo centro sarebbe costituito da granuli di materiale elettrodenso associato a γ - tubulina e proteine MAP.

Queste componenti sembrerebbero implicate al richiamo delle tubuline α e β influenzandone la struttura. Le proteine MAP vengono infatti considerate componenti polipeptidiche di controllo responsabili della corretta polimerizzazione del microtubulo. Tale aggregazione non sembra passare per la fase di "attivazione del monomero" né in quella di "**annealing**".

Nucleazione

Consiste nella formazione di eterodimeri, ovvero coppie di α e β tubuline. Le prime posseggono una molecola di GTP che non polimerizza mai; le seconde sfruttano l'energia rilasciata dall'idrolisi della molecola di GTP a loro legata per favorire il processo.

Questo può avvenire solo in particolari condizioni: temperatura superiore a 30 gradi centigradi. Se non ci fosse tale temperatura sarebbe favorito il processo contrario. Tale ambiente è "fornito" dal MTOC che quindi velocizza il meccanismo.

Allungamento

Si basa sull'associazione degli eterodimeri sopra formati in strutture filamentose lineari dette *protofilamenti*. Queste interagiscono tra loro parallelamente formando un piano che si "arrotolerà" su se stesso per costituire un microtubulo "maturo".

Funzioni dei microtubuli

- **Trasporto vescicolare**

I microtubuli possono essere considerati come le "**strade della cellula**". Infatti le vescicole che trasportano materiale da un punto ad un altro di una cellula, come ad esempio il trasporto assonico nei neuroni, si muovono lungo i microtubuli. A mediare tale trasporto intervengono le *proteine motrici*.

Le principali sono la *dineina* e la *chinesina*. Sono responsabili, rispettivamente, del movimento retrogrado, dall'estremità al centro, e di quello anterogrado, dal centro all'estremità. Il flusso è generalmente definito *lento* ed è responsabile del trasporto di materiali di ricambio per la struttura della cellula. Il trasporto è un processo **ATP dipendente**.

- **Motilità cellulare**

Come detto nella prima parte, le cellule di organismi unicellulari o in fase di specificazione si muovono formando un'estroflessione che funziona da "**braccio**". Tale estroflessione, chiamata generalmente *pseudopodio*, è costituita da un'impalcatura di microtubuli che ne definiscono la struttura e da microfilamenti che, interagendo con la miosina, si occupano del suo allungamento/accorciamento.

- **Movimenti ciliari e flagellari**

I microtubuli sono le strutture che regolano il movimento di ciglia e flagelli. Prendendo ad esempio l'essere umano, costituiscono una tipica struttura detta "**9+2**".

Essa consiste in una circonferenza di 9 coppie di microtubuli disposti in modo tale che ognuna ne esponga uno più internamente dell'altro. Questo è composto di 13 protofilamenti; quello più esterno di 11, esso infatti è "addossato" a quello più interno così da completare la struttura. Le nove coppie sono collegate tra di loro da ponti di dineina.

Al centro della circonferenza c'è un'ulteriore coppia costituita da microtubuli completi e legati da dineina alle coppie periferiche. Nel momento in cui il ciglio o il flagello si muovono, i bracci di dineina si "staccano ed attaccano" facendo scorrere le coppie di microtubuli le une sulle altre assecondando il ciglio.

Gli angoli di tale processo solo l'inverso dell'interazione miosinaactina:

inizialmente a 90 gradi e successivamente a 45. Tale operazione è ATP dipendente. La struttura è fissata al tessuto di appartenenza e il tipo dipende ovviamente dalla specie considerata.

- **Anafasi mitotica e meiotica**

Questo processo è dovuto al *centriolo*. Esso è una struttura, contenuta in una membrana di 250 nm di diametro, il **centrosoma**, formata da 9 gruppi di tre filamenti formanti una circonferenza. Generalmente ce ne sono due tra loro ortogonali. Queste strutture si "fissano" sulla membrana cellulare, una per polo, dando origine ai microtubuli dell'aster, ovvero situati perifericamente.

Si suppone che scivolando l'uno sull'altro o tirati da una proteina di membrana siano co-responsabili della **citodieresi**. I microtubuli interpolari sono invece quelli responsabili della separazione dei cromosomi in anafase. Si suppone che questi, legati ai centromeri tramite dineina, depolarizzino per effetto di una proteina, la MCAK, lasciando così la proteina motrice libera di scorrere verso i poli trasportando il materiale cromosomico.

Microtubuli e medicina

I microtubuli possono essere responsabili di varie patologie o essere utilizzati per curarne altre, vediamo come:

- Uno dei veleni più frequenti che induce la depolimerizzazione è la *colchicina*. Essa è in grado anche di impedire la nucleazione causando blocchi della divisione cellulare. Se usata in quantità moderate può essere utile nel prevenire infiammazioni come le pericarditi: blocca infatti la speciazione dei leucociti in metafase impedendone l'arrivo al pericardio.

- Altri due veleni sono la *vinblastina* e la *vincristina*. Esse, estratte da vinca rosea, sono utilizzate come antitumorali: nella cellula tendono a formare delle strutture cristalline che impediscono la formazione dei microtubuli. Vanno infatti prese con moderazione per evitare che causino danni a cellule sane.

Dunque anche i microtubuli ricoprono un ruolo essenziale ed estremamente versatile all'interno della cellula. Sono così importanti e necessari che possono essere utilizzati dall'uomo per interferire in meccanismi che altrimenti sarebbero dannosi. Per questo è fondamentale continuare a studiarli per ideare applicazioni sempre più innovative.

Leggi anche:

- [I microfilamenti – Il citoscheletro \(parte 1\)](#)
- [Filamenti Intermedi - Il Citoscheletro \(parte 3\)](#)

Attenzione: I nostri PDF a volte non contengono tutto il materiale presente nell'articolo originale o potrebbero non essere aggiornati.

Articolo completo: <http://www.biopills.net/articoli/ripassiamo-aiuto-studio/biologia-cellulare/microtubuli-il-citoscheletro-parte-2/>

© BioPills. All Rights Reserved