

**Otázka:** Mikrotubuly

**Předmět:** Biologie

**Přidal(a):** Trikoló

Mikrotubuly jsou tvořeny molekulami evolučně velmi konzervativní globulární bílkoviny tubulinu. Jednotlivé molekuly tubulinu mají charakter heterodimeru sestávajícího ze dvou podjednotek – z podjednotky  $\alpha$  a z podjednotky  $\beta$ , na níž se nachází vazebné místo pro GTP (resp. GDP). V buňkách mnohobuněčných organismů se vyskytuje více molekulárních variant tubulinů, tzv. izotubuliny, které jsou produktem rozdílných posttranslačních úprav. Spektra izotubulinů se zpravidla liší mezi různě diferencovanými buňkami.

V cytosolu buněk se nachází určitý podíl molekul tubulinu ve volném (disociovaném) stavu; představuje rezervoár tubulinových molekul pro syntézu mikrotubulů. Molekuly tubulinu se mohou vázat nekovalentními interakcemi tak, že podjednotka  $\beta$  jednoho heterodimeru se připojuje k podjednotce  $\alpha$  následujícího heterodimeru za vzniku protofilamenta. Délka jednotlivých protofilament je dána počtem takto lineárně interagujících tubulinových heterodimerů. Paralelním řazením obvykle třinácti vzájemně posunutých protofilament a jejich příčnými spoji vznikají mikrotubulární struktury.

Mikrotubuly jsou dynamicky se měnící supramolekulární struktury. V důsledku mechanismu formování protofilament jsou mikrotubuly orientované a rozlišují se na nich dva konce: kladný konec neboli plus – konec, který tvoří podjednotka  $\beta$ , a záporný konec neboli minus – konec, který tvoří podjednotka  $\alpha$ . Mikrotubulus se na plus – konci prodlužuje asociací molekul tubulinu s navázaným GTP a odbourává se na minus – konci disociací molekul tubulinu s navázaným GDP; to znamená, že energie uvolněná štěpením GTP se využívá k depolymeraci mikrotubulu. Asociace heterodimerů tubulinu se realizuje v tzv. nukleačních centrech (MTOC = microtubuli organizing centre). Mezi nukleační centra patří centrozom, ve kterém dochází k nukleaci např. mikrotubulinu mitotického aparátu buňky nebo soustavy dalších mikrotubulinů

cytoplazmatických, a bazální tělíska, ve kterých dochází k nukleaci mikrotubulů řasinek a bičíků. V MTOC živočišných buněk bývá dvojice centriol tvořených uspořádanými devíti trojicemi mikrotubulů; centrioly se mohou v buňce dělit nebo vznikat de novo. V MTOC rostlinných buněk se centrioly nevyskytují.

Při nukleaci je minus-konec mikrotubulu přivrácen k nukleačnímu centru, plus - konec je od něho odvrácen. Nukleační centra jsou nejen místem prodlužování mikrotubulů, ale též je jimi řízen počet protofilamentů v konkrétním mikrotubulu a uspořádání složitých mikrotubulárních struktur. Na mikrotubuly se v buňce mohou vázat tzv. proteiny asociované s mikrotubuly (MAP = microtubuli associated proteins), které participují na stabilitě mikrotubulů, mimo jiné i tvorbou příčných spojení mezi jednotlivými mikrotubuly nebo jejich skupinami. Stabilita (resp. dynamika) mikrotubulů se liší jednak mezi různými typy buněk, jednak mezi různými intracelulárními mikrotubulárními strukturami uvnitř jednotlivých typů buněk. Rozsáhlé přestavby mikrotubulárních útvarů se uskutečňují pravidelně v průběhu buněčného dělení.

Mikrotubuly se v buňce významně uplatňují jako opěrné struktury pro pohyb molekulárních motorů. Mezi ně patří dynein, který se za využití energie uvolněné štěpením ATP může pohybovat po mikrotubulu ve směru od jeho plus - konce k minus - konci, a kinezin, který se za využití energie ze stejného zdroje může pohybovat po mikrotubulu směrem opačným. Mikrotubuly plní funkce při intracelulární přepravě různých buněčných objektů. Pouhé prodlužování („růst“) mikrotubulů v dělicím vřeténku má zásadní význam pro uskutečnění translokace na něj navázaných subcelulárních struktur.

1. [Cytoplasma a cytoskelet - otázka z biofyziky](#)
2. [Rozmnožování buněk a jejich růst](#)
3. [Centrální dogma molekulární biologie](#)