

2. Modelovanie prírodných javov

2.3 Kedy má chirurg prácu?

RAST BUNKOVEJ POPULÁCIE

Keď sa bunky v tkanive začnú nekontrolovateľne rozmnožovať, vzniká nádorové ochorenie. Niektoré nádory, napríklad niektoré typy kožných melanómov, rastú na začiatku do plochy na povrchu kože. Iné typy hneď do hĺbky a rýchlo metastázujú. V rôznych orgánoch môžu vzniknúť sféroidné nádory, ktoré zväčšujú svoj objem podobne ako rastúca guľa. Sú aj nádory, ktoré majú nepravidelný tvar.

Výskumná otázka:

Na preventívnej prehliadke zistil lekár pacientke ultrasonografickým vyšetrením dva malé ohraničené nádory. Jeden mal na snímku v priemere 2 mm, druhý 5 mm. Označil ich ako benígne a pacientku predvolal o rok na kontrolu. Ukázalo sa, že obidva nádory zväčšili svoj priemer dvojnásobne: prvý na 4, druhý na 10 mm. Pacientku poslal na ďalšie vyšetrenie s poznámkou, že väčší nádor bude potrebné chirurgicky odstrániť.

Prečo chirurg s operáciou tak nesúril aj v prípade menšieho nádoru, ktorého priemer sa zväčšil tiež dvakrát?



Ultrasonografický obraz nádoru v tkanive.

Otázka 1:

*Usudzujte na základe svojich vedomostí o delení buniek: ktorý nádor rastie rýchlejšie, plochý alebo sféroidný?
Prečo?*

Pre lepšiu predstavu najprv analyzujeme, ako sa rozmnožujú v kultúre zdravé bunky.

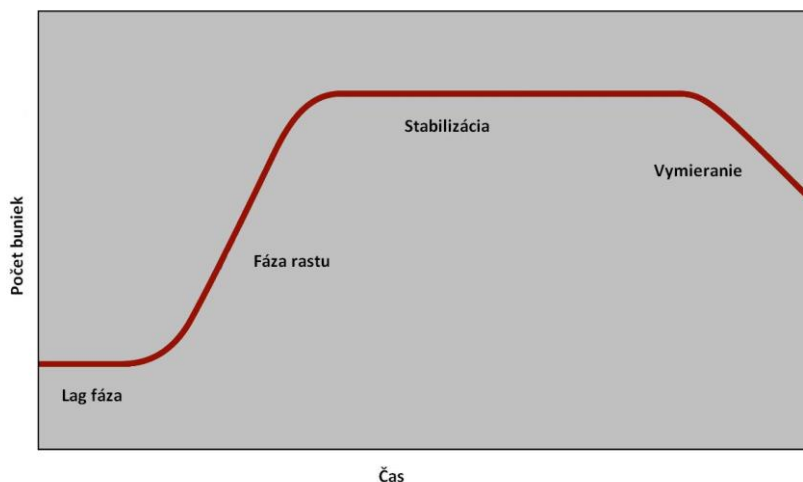


Bunková suspenzia v kvapalnom médiu

Skôr, než prečítate text pod rámčekom, vlastnými slovami odpovedzte na otázku 2.

Otázka 2:

Popíšte rastovú krivku. Čo sa deje s bunkovou kultúrou v jednotlivých fázach vývoja kultúry?



Rastová krivka

Predstavme si, že bunky – môžu to byť baktérie, alebo aj rastlinné bunky – umiestnime do tekutého živného média s optimálnym zložením. Najprv sa nemnožia, musia sa prispôbiť novým podmienkam. Je to *lag fáza*, obdobie, kedy sa bunky udomáčajú v inom prostredí v porovnaní s tým, z akého boli odobraté.

Potom sa bunky začnú vďaka dostatku živín, ktoré ich obklopuje, rýchlo množiť. Nastane *exponenciálny* rast.

Živiny v nádobe sa však vyčerpávajú. Čoskoro odumiera rovnaký počet buniek ako vznikne nových. Populácia je istý čas *stabilizovaná*. Bunky však potrebujú nové živiny, inak sa pomer obráti, počet odumierajúcich buniek bude rásť a populácia postupne *vymiera*.

Nádorové bunky bez vlastného zásobovania cievmi čerpajú živiny z okolitého zdravého tkaniva, preto sa rýchlo množia na okraji nádoru a v strede odumierajú. Rast plochého nádoru sa deje podobne, ako keď kultivujeme bunky rastúce na v Petriho miske na povrchu živného média stuženého agarom. V tomto prípade je experimentálne prítomný lineárny rast. Kultúra rastie do kruhu, pretože bunky k rastu potrebujú živiny z média a zároveň kyslík zo vzduchu..



Mliečne baktérie tvoria na povrchu živného média kruhové kolónie.

Plochý nádor sa šíri delením okrajových buniek plochy.

Aj sféroidný nádor rastie delením okrajových buniek, ale šíri sa v tkanive do priestoru. Stred nádoru, kde bunky nemajú prístup k živinám, odumiera. Vnútorne bunky zostávajú živé len v prípade tých nádorov, v ktorých sa diferencujú cievy.

Úloha 1:

Stanovte pravidlá ako základ pre model rastu plochých nádorov a uveďte ich sem.

Pravidlá pre rast nádoru:

Máte k dispozícii program, ktorý ste vytvorili v informatickej časti predmetu. Otvorte ho v prostredí PyChart a skúste ho vylepšiť zmenou parametrov tak, aby čo najlepšie zodpovedal skutočnému rastu plochého nádoru.

Modelujte rast plochého nádoru v pythone.

Bunky na obvodě plochy pribúdajú rovnomerne, rast nádoru je teda lineárny. Rovnako to však platí aj o ploche povrchu gule. Napriek tomu je veľký rozdiel v počte mitoticky aktívnych buniek. Na obvodě plochého nádoru je ich len zlomok, v porovnaní so sférickým nádorom.

Bežné ultrasonografické prístroje zobrazujú dvojdimenzionálny priemet nádoru. Rast sféroidného nádoru a jeho priemetu znázorňuje nasledujúci model, vytvoril ho profesionál pomocou 3-D agentov.

<https://www.youtube.com/watch?v=G9kd7ZEu494>



Argumentujte, prečo vyžaduje väčší nádor urgentný zásah.

Úloha 2:

Vráťme sa k výskumnej otázke. Lekár zistil pri vyšetrení priemer priemetu sférických nádorov 2 mm a 5 mm. Vypočítajte (pomocou on-line kalkúlátora nájdeného na internete) a porovnajte povrch týchto nádorov.

Porovnajte vaše výsledky s výsledkami spolužiakov.

Úloha 3:

Pre názornosť nakreslite xy závislosť (napr. v programe MS Excell) polomeru a povrchu, resp. polomeru a objemu nádoru.

Skúste prekladať cez body jednotlivých radov rôzne trendové čiary. Ktorá zodpovedá vypočítaným parametrom rastu gule?

Výsledok (vložte sem vytvorený graf):

Rast povrchu a objemu sféroidného nádoru charakterizuje mocninová trendová čiara. Tá po miernom začiatku rastu prudko stúpa hore, kým polomer a obvod rastú lineárne. To vysvetľuje indikáciu chirurgického zásahu pri zistení zväčšenia priemeru nádoru na 10 mm. Objem nádorov s priemerom nad 5 mm, v prípade ak rastú, sa začína rýchlo zväčšovať. Preto je potrebné, aby ich lekár sledoval, a to aj tie, ktoré zatiaľ nemajú tendenciu rásť.