

# Osmotický tlak

Osmotický tlak  $\pi$  můžeme definovat jako přetlak, který by musel působit na roztok oddělený od čistého rozpouštědla semipermeabilní membránou, aby se hladiny vyrovnaly.

Osmotický tlak lze vypočítat ze vzorce  $\pi = i \cdot c \cdot R \cdot T$

- kde  $c$  je molární koncentrace
- $R$  molární plynová konstanta
- $T$  termodynamická teplota
- $i$  vyjadřuje počet osmoticky účinných částic (pro silné elektrolyty; u slabých elektrolytů je  $i$  rovno 1)

Jednotkou osmotického tlaku je *Pascal*.

## Osmóza

Osmóza je děj, který je charakterizován průnikem rozpouštědla (nejčastěji vody) přes semipermeabilní membránu buňky, přičemž extracelulární a intracelulární prostředí buňky není v rovnovážném stavu z hlediska chemické koncentrace látek rozpuštěných v rozpouštědle.

 *Podrobnější informace naleznete na stránce Osmóza.*

## Buněčná membrána

je semipermeabilní, zajišťuje zprostředkovávání látek potřebných pro buňku – metabolicky / informačně

 *Podrobnější informace naleznete na stránce Buněčná membrána.*

### Historie

- 1855 – Nägeli – objev existence membrány, která chrání buňku a popsání její semipermeability
- chemické složení popsáno dříve než ultrastruktura – pomocí izolování buněčných membrán hemolýzou erytrocytů
- 1925 – Gorter a Grendel – buněčná membrána tvořena z bimolekulární vrstvy lipidů s vysokým obsahem fosfolipidů – hydrofilní a hydrofobní části fosfolipidů, proteinové molekuly – vaznost na hydrofilní části těchto molekul
- 1935 – Dawson a Danielli – model buněčné membrány
- 50's – Robertson – zabýval se ultrastrukturou membrán – zjistil, že se liší jednotlivé membrány (buněčná membrána, biomembrány organel, karyolema) hlavně v tloušťce

tenčí a méně kompaktní membrány – tvořené fosfolipidy s nenasycenými vazbami v molekule fosfolipidu

ultrastruktura je u všech v zásadě stejná

transmisní elektronový mikroskop – membrány se jeví jako trojvrstevné (trojitě / dvojitě konturované)

domníval se, že densní vrstvy jsou proteinové a střední vrstva lipidová

membrány buňky nazval – unit membranes – oddělují jednotlivé kompartmenta

- 1972 – Singer a Nicholson – nový model buněčné membrány

model tekuté mozaiky neboli dvojrozměrné kapaliny

složky membrány kódované genomem → ale výsledná podoba daná matricovým způsobem → množení membrán dle existujících membrán (maternální původ)

## Stavba buněčné membrány

Základem je bimolekulární vrstva fosfolipidů:

- **vnější list** – hraničí s extracelulárním prostorem

obsahuje molekuly fosfatidylcholinu nebo lecitinu a sfingomyelinu nebo sfingolecitinu

- **vnitřní list** – hraničí s intracelulárním prostorem (k cytoplazmě)

obsahuje molekuly fosfatidyletanolaminu neboli kefalínu + fosfatidilinositolu + fosfatidilserinu neboli serinkefalínu

- může dojít k rotaci fosfolipidů – v rámci listu / k překlopení fosfolipidu z jednoho listu na druhý (účinkem enzymu skramblázy)

**Molekuly fosfolipidů** – odvozeny od triacylglycerolů, v buněčné membráně jsou jejich dlouhé apolární hydrofobní řetězce do středu buněčné membrány a jejich hydrofilní části tvoří povrchy

**Molekuly cholesterolu** – vmezeřeny mezi fosfolipidy, kumulují se spolu s transmembránovými úseky molekul proteinu nebo glykolipidů, tím omezují jejich laterální difuzi (tj. plutí listem membrány) vytvářejí **lipidové rafty** – funkční mikrodomény

**Molekuly glykolipidů** – zejména ve vnějším listu

**Proteiny** – cca 50 % hmotnosti membrány (zastoupení se liší v jednotlivých membránách)

→ **Důsledek** – asymetrie buněčné membrány

Pohyb látek v organismu
absorpce
distribuce
metabolismus
exkrece

**Přechod látek přes buněčné membrány**

Aktivní transport	Pasivní transport
transport pomocí nosičů	prostá a usnadněná difúze
pinocytóza	prostup membránovými póry
	osmóza
	filtrace
	ultrafiltrace

**Zařazení osmotického děje z hlediska jeho funkčního využití v medicíně**

**Celkové**

1. **Intravaskulární** – podávání celé dávky léku přímo do krevního oběhu, nejrychlejší účinek.

- intravenózně – do žíly
- intraarteriálně – do arterie
- intrakardiálně – do srdce

1. **Extravaskulární** – podávání látek do tkáně; látky se vstřebávají do krevního oběhu v místě aplikace.

- intramuskulární – nitrosvalové
- sublinguální – podjazykové
- intradermální – do kůže
- subkutánní – podkožní
- perorální – ústní
- rektální – do konečníku
- intraperitoneální – do dutiny břišní
- inhalační – vdechováním

**Lokální**

Látka se podává lokálně na povrchu kůže, sliznice nebo tělesné dutiny, kde dochází k jejímu vstřebání, vzhledem k její chemické a fyzikální podstatě, čehož následkem je lokální účinek dané látky.

**Průběh osmózy z hlediska variability prostředí**

**Hypotonické prostředí:**

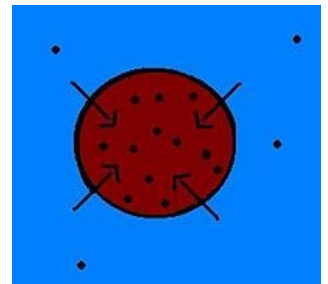
- extracelulární prostředí – menší koncentrace rozpuštěné látky v rozpouštědle
- intracelulární prostředí – větší koncentrace rozpuštěné látky v rozpouštědle

**Hypertonické prostředí:**

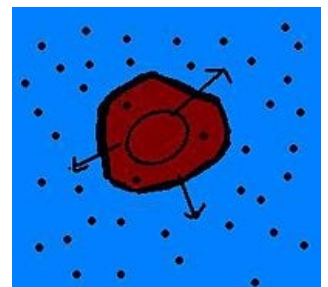
- extracelulární prostředí – větší koncentrace rozpuštěné látky v rozpouštědle
- intracelulární prostředí – menší koncentrace rozpuštěné látky v rozpouštědle

**Isotonické prostředí:**

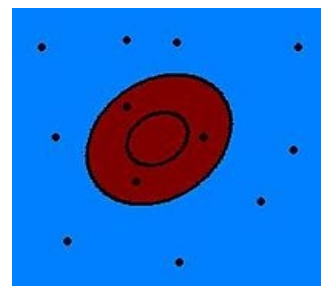
- extracelulární / intracelulární prostředí – stejná koncentrace rozpuštěných látek



Hypotonický roztok.



Hypertonický roztok.



Isotonický roztok.

**Osmotický tlak**

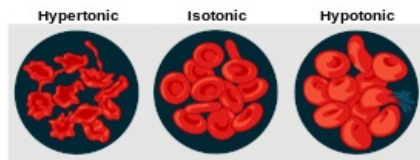
Osmotický tlak  $\pi$  můžeme definovat jako přetlak, který by musel působit na roztok oddělený od čistého rozpouštědla semipermeabilní membránou, aby se hladiny vyrovnaly.

Osmotický tlak lze vypočítat ze vzorce  $\pi = i \cdot c \cdot R \cdot T$

- kde  $c$  je molární koncentrace
- $R$  molární plynová konstanta
- $T$  termodynamická teplota
- $i$  vyjadřuje počet osmoticky účinných částic (pro silné elektrolyty; u slabých elektrolytů je  $i$  rovno 1)

Jednotkou osmotického tlaku je *Pascal*.

## Rozdílný osmotický tlak



Chování erytrocytů v hypertonickém, isotonickém a hypotonickém prostředí.

Rozdíl osmotického tlaku v intracelulárním a extracelulárním prostoru je v živých organismech spouštěčem osmózy. Pokud bude osmotický tlak vyšší v okolním prostředí než v buňce, začne voda prostupovat přes semipermeabilní plazmatickou membránu ven z buňky. Hovoříme o tzv. *plazmolýze*.

Opačným případem je *plazmoptýza*. Ta nastává, pokud je v buňce vyšší osmotický tlak než v jejím okolí. Do buňky se začne přes její cytoplazmatickou membránu dostávat voda, což může vést až k prasknutí buňky. U erytrocytů se tento děj nazývá hemolýza a můžete ji vidět na přiloženém obrázku zcela vpravo.

U živých organismů by mělo být extracelulární a intracelulární prostředí isotonické, jinak jsou buňky poškozovány nadměrným přísunem nebo úbytkem vody.

## Onkotický tlak

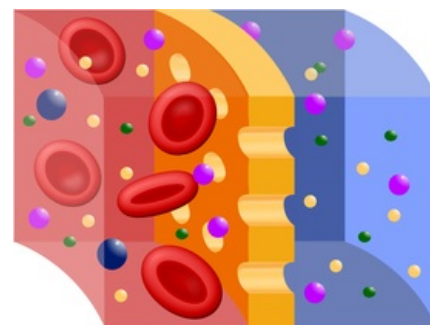
Onkotický tlak neboli *koloidně-osmotický tlak* je osmotický tlak vyvolaný roztoky s obsahem částic s velkou molekulovou hmotností (např. proteiny).

## Osmolarita a osmolalita

Pro snazší porovnávání koncentrací rozpuštěných částic v praxi zavádíme pojmy osmolarita a osmolalita.

*Osmolaritu* definujeme jako celkovou látkovou koncentraci osmoticky aktivních částic v mol/l (vztahuje se k objemu roztoku).

*Osmolalita* je pak celková látková koncentrace osmoticky aktivních částic v mol/kg (vztahuje se k hmotnosti roztoku). Krevní plazma má osmolalitu přibližně 300 mmol/kg a s touto hodnotou srovnáváme osmolalitu jiných roztoků nejčastěji.



Prostup látek semipermeabilní membránou.

## Shrnutí a souvislosti mezi osmózou a osmotickým tlakem

### Osmóza

Rozpouštědlo má tendenci pronikat přes polopropustné membrány do míst, kde je koncentrace osmoticky aktivních látek vyšší, a ředit je.

- Pokud je koncentrace solutu uvnitř buňky vyšší než v okolí buňky, bude voda osmoticky vstupovat dovnitř a buňka nabobtná.
- Způsoby, jak se buňka vyhýbá zbobtnání:
  1. živočišná buňka udržuje nízkou vnitřní koncentraci solutu aktivním odčerpáváním iontů
  2. rostlinná buňka je před nabobtnáním a prasknutím chráněna tuhou stěnou
  3. prvek periodicky vystřikuje vodu nahromaděnou v buňce
- Při dostatečně velkém rozdílu koncentrace rozpuštěné látky buňka praskne.

Ve výsledku jsou tedy roztoky na obou stranách membrány stejně koncentrované. Osmotický tlak je jedna ze základních sil, které ovlivňují živé buňky, protože cytoplazmatická membrána je polopropustná.

## Osmotický tlak

Tlak toku rozpouštědla pronikajícího přes semipermeabilní (polopropustnou) membránu do roztoku, ve kterém je vyšší koncentrace rozpuštěných molekul nebo iontů.

$\pi = i \cdot c \cdot R \cdot T \rightarrow$  závisí na teplotě a koncentraci roztoku

- $i$  je rovno počtu osmoticky účinných částic,  $c$  je molární koncentrace,  $R$  molární plynová konstanta,  $T$  absolutní teplota

Tok rozpouštědla membránou:  $J = k \cdot S \cdot (\pi_1 - \pi_2)$

- $\pi_1$  a  $\pi_2$  jsou osmotické tlaky roztoků oddělených membránou,  $k$  koeficient propustnosti

## Odkazy

### Související články

- Osmóza
- Osmolarita
- Osmolalita

### Použitá literatura

- NAVRÁTIL, Leoš a Jozef ROSINA, et al. *Medicínská biofyzika*. 1 (dotisk 2013) vydání. Praha : Grada Publishing, 2005. 524 s. ISBN 978-80-247-1152-2.
- VAJNER, Luděk, et al. *Lékařská histologie I : Obecná cytologie*. 1. vydání. 2010. 0 s. ISBN 978-80-246-1860-9.
- VOKURKA, Martin a Jan HUGO, et al. *Velký lékařský slovník*. 9. vydání. Praha : Maxdorf, 2009. 1159 s. ISBN 978-80-7345-202-5.
- *Osmotický tlak*. [online]. [s.a.]. [Cit.: 2013-11-23]. Dostupné na: [http://147.33.74.135/knihy/uid\\_es-001/hesla/osmoticky\\_tlak.html](http://147.33.74.135/knihy/uid_es-001/hesla/osmoticky_tlak.html)
- *Velký lékařský slovník*. [online]. [s.a.]. [Cit.: 2013-11-23]. Dostupné na: <http://lekarske.slovníky.cz/>