Hagenův-Poiseuillův zákon

Hagenův-Poiseuillův vztah (čti *hagen, poazej*) říká, že objemový tok Q (objem za čas) tekutiny v trubici je přímo úměrný rozdílu tlaků ΔP na začátku a na konci trubice

$$Q = \frac{\Delta P}{R}$$

Konstanta úměrnosti R vyjadřuje odpor. Zahrnuje v sobě viskozitu tekutiny η, čtvrtou mocninu poloměru trubice r a délku trubice L podle vztahu:

$$R = \frac{8\eta L}{\pi r^4}$$

Kombinací těchto dvou rovnic do jedné získáme *Hagenův-Poiseuillův vztah* v plném tvaru:

$$Q = \frac{\Delta P \cdot \pi r^4}{8\eta L}$$

Hagenův-Poiseuillův vztah můžeme přirovnat k Ohmovu zákonu v elektřině: rozdíl tlaků odpovídá elektrickému napětí, objemový tok odpovídá elektrickému proudu a odpor trubice elektrickému odporu.

Závislost odporu R (a tedy i objemového toku Q) na vysoké mocnině poloměru r má praktický význam při regulaci toku krve cévou – i malé zúžení arterioly vede k rychlému snížení průtoku krve (viz dále).

🔎 *Podrobnější informace naleznete na stránce Hagenův-Poiseuillův zákon/Odvození.*

Příklad využití ve fyziologii

Podívejme se na aplikaci tohoto vzorce v ledvině.

- Q je množství krve, které proteče ledvinou za jednotku času (průtok)
- ΔP je rozdíl tlaku mezi *a. renalis* a *v. renalis*
- R je celkový odpor renálního krevního řečiště

Je žádoucí, aby průtok Q zůstal relativně nezávislý na výkyvech krevního tlaku v těle. Na druhé straně ale ΔP závisí na tlaku krve. Zvýší-li se ΔP (vlivem změny krevního tlaku), pak by měl následovat vzestup Q. Vzestup tlaku v cévách ledviny ale reflexně vyvolá jejich vazokonstrikci, tedy zmenšení poloměru cévy r. Menší poloměr znamená výrazné zvýšení (čtvrtá mocnina) odporu R. Nárůst odporu (jmenovatel) tedy vykompenzuje nárůst tlaku (čitatel), čímž se průtok prakticky nezmění. Tento mechanizmus se nazývá **myogenní autoregulace**.

Odkazy

Související články

- Stokesův zákon
- Viskozita
- Newtonovská kapalina

Použitá literatura

- CHMELÍK, František. *Skripta k předmětu Fyzika I* [online]. [cit. 2010-06-18]. <https://material.karlov.mff.cuni.cz/people/hajek/skripta/>.
- KITTNAR, Otomar, et al. *Lékařská fyziologie.* 1. vydání. Praha : Grada, 2003. 790 s. ISBN 978-80-247-3068-4.