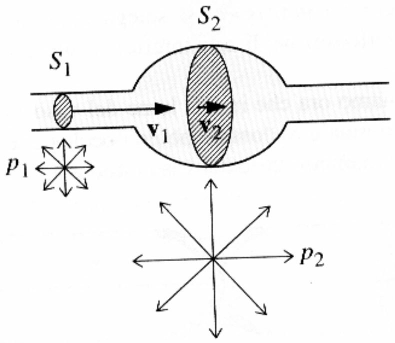
Aneurisma e stenosi

Il teorema di Bernoulli consente di interpretare gli aspetti salienti delle patologie circolatorie note come aneurisma e stenosi.

Se la sezione dell'arteria in 2 è maggiore del valore normale che si ha in 1 ($S_1 < S_2$) si dice che si ha un **aneurisma**.



A parità di quota, $h_1 = h_2$, dalla 8.7 si ha

$$p_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} = p_2 + \frac{\rho v_2^2}{2} \qquad 8.9$$

Poiché velocità e sezioni sono inversamente proporzionali:

$$S_1 v_1 = S_2 v_2$$

possiamo riscrivere la 8.9 come

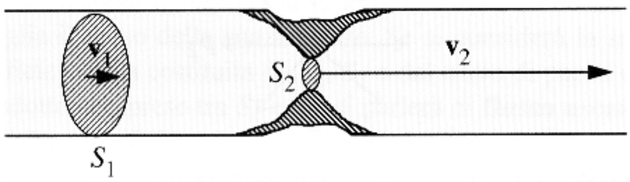
$$p_2 - p_1 = \frac{\rho v_1^2}{2}\left(1 - \frac{v_2^2}{v_1^2}\right) = \frac{\rho v_1^2}{2}\left(1 - \frac{S_1^2}{S_2^2}\right) \qquad 8.10$$

La pressione p_2 è maggiore del normale e tende a dilatare il vaso sanguigno, provocando un incremento di S_2, un ulteriore aumento di p_2 e così via. L'aumento massimo di pressione in un vaso sanguigno si può stimare come

$$\frac{\rho v_1^2}{2} \approx \frac{10^3 \ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times \left(4 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2} \text{Pa} \approx 60\,\text{mmHg}$$

dove si è assunta una velocità di 4 m/s, che è la velocità che il sangue può raggiungere, sotto sforzo, in una grande arteria. Questa sovrapressione potrebbe essere tollerata per qualche tempo da una arteria in cui la pressione media normale è di 100 mmHg sopra quella atmosferica. La velocità del sangue nelle vene invece è al più una frazione di m/s. Le vene, che operano con sovrapressioni di pochi mmHg rispetto alla pressione atmosferica, non sono però resistenti ed elastiche come le arterie e si deformano con maggiore facilità. Se all'effetto della sovrapressione, dovuta alla diminuzione della velocità nell'incipiente aneurisma, si aggiunge l'effetto della pressione idrostatica, che è più elevata per gli arti inferiori, (se $\Delta h = 1$ m, allora $\rho g \Delta h \approx 73$ mmHg) ci si spiega come le vene ingrossate (varicose) negli arti inferiori siano un malanno così diffuso.

Supponiamo ora che in 2 il lume del vaso S_2 sia 1/25 del valore normale S_1, ossia che una occlusione riduca a un quinto il diametro utile del vaso (**stenosi**).



Con una velocità v_1 di 0.2 m/s la pressione nella sezione 2 diminuisce di (vedi 8.10 e 8.7)

$$p_1 - p_2 = \frac{\rho}{2}(v_2^2 - v_1^2) = \frac{\rho v_1^2}{2}\left(\frac{S_2^2}{S_1^2} - 1\right) =$$

$$\frac{1000 \ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\left(0.2 \ \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2} \times (25^2 - 1) \approx 12.5\ \text{kPa} \approx 94\ \text{mmHg}$$

Poiché in una arteria la pressione p_0 è di circa 100 mmHg superiore a quella atmosferica, mentre in una vena la sovrapressione è di pochi mmHg, è relativamente facile ottenere, all'interno di un vaso parzialmente occluso, una pressione p_A negativa, cioè inferiore a quella atmosferica. Tale pressione interna negativa può schiacciare le pareti del vaso o addirittura danneggiarlo staccando la guaina interna da quella esterna. Inoltre, se un vaso si frattura o si buca in un punto a pressione negativa rispetto all'ambiente, il materiale citoplasmatico esterno viene aspirato nel flusso sanguigno, con conseguenze spesso mortali. Dal punto di vista matematico, non ci sono limiti

Da: Villa et al., Elementi di Fisica
McGraw-Hill