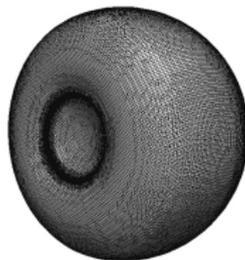


Meccanica dei fluidi tamponanti in occhi con stafiloma

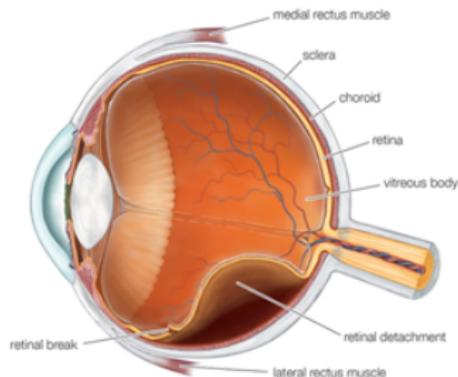
Chiara Ponte

Università degli studi di Genova
Scuola Politecnica
Corso di studio in Ingegneria Biomedica

Marzo 31, 2015



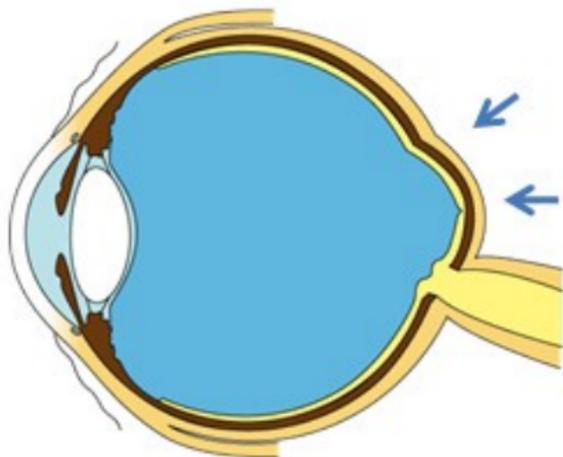
Distacco della retina



Il distacco della retina comporta:

- la separazione della retina dallo strato epiteliale che le fornisce nutrimento;
- senza nutrimento le cellule della retina degenerano;
- quindi si ha l'alterazione del processo visivo.

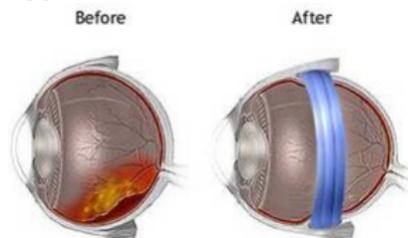
Lo stafiloma posteriore è una protrusione caudale della parete oculare e del suo contenuto.



Le tipologie di stafiloma posteriore sono state rinominate in base alla loro posizione e distribuzione in 5 categorie:

- maculare ampio;
- maculare stretto;
- nasale;
- peri-papillare;
- inferiore.

Cerchiaggio sclerale



Il **cerchiaggio o piombaggio sclerale** consiste nel deformare, attraverso l'applicazione di una banda di silicone, la forma della sclera al fine di rilassare le trazioni vitreo retiniche o consentire il progressivo attaccamento della retina.

Vitrectomia



La **vitrectomia** prevede la sostituzione dell'umor vitreo con fluidi detti tamponanti. Il vitreo può essere sostituito da: oli di silicone, gas solitamente immiscibili con l'umor acqueo.

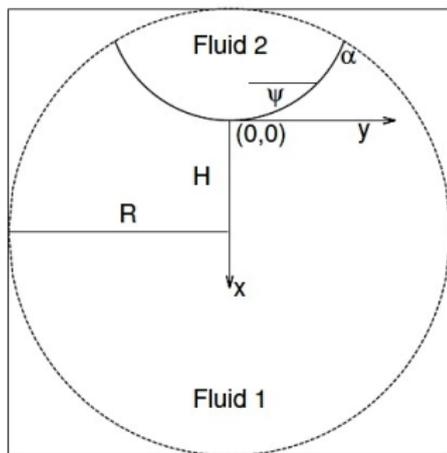
- Definire la forma dell'interfaccia tra fluido tamponante e umor acqueo.

In questo modo saremo in grado di predire:

- la superficie retinica tamponata;
- la posizione che dovrà tenere il paziente nel post-operatorio;
- nel caso dello stafiloma, se il fluido riesca a tamponare rotture in corrispondenza della protuberanza del bulbo.

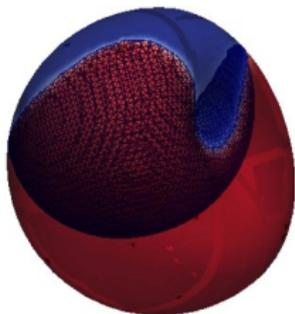
L'equazione di Laplace-Young governa la forma dell'interfaccia nel caso idrostatico:

$$2k_m = -\frac{\Delta\rho g}{\gamma} x_i(y) + B \quad (1)$$



- k_m è la curvatura media fra le due fasi;
- $\Delta\rho = \rho_2 - \rho_1$ è la differenza di densità;
- g è la gravità;
- γ è la tensione superficiale;
- $x_i(y)$ è la funzione che descrive l'interfaccia;
- B è una costante che corrisponde alla curvatura nell'origine.

OpenFOAM[©]



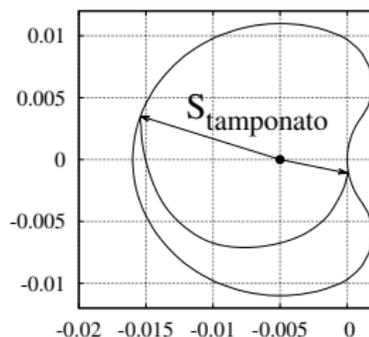
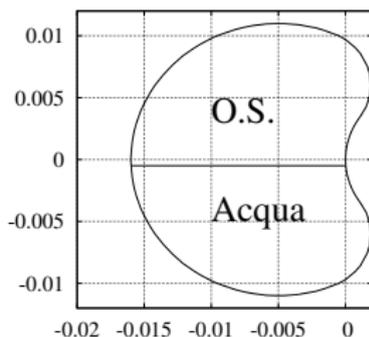
- OpenFOAM[©] è un software che risolve le equazioni del moto dei fluidi attraverso il metodo dei Volumi Finiti;
- il VOF, *Volume of Fluids*, è una tecnica di modellazione di moti bifasici;

Caratteristiche olio di silicone:

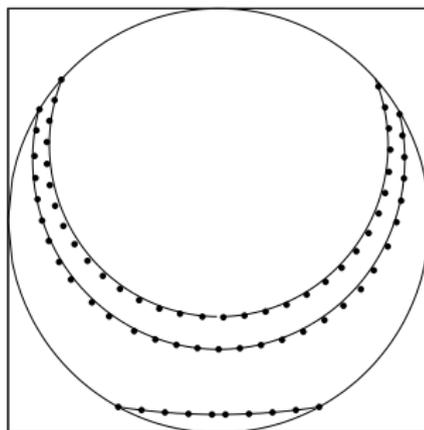
- densità $\rho = 980 \text{ kg/m}^3$;
- angolo di contatto $\theta = 15^\circ$;
- tensione superficiale $\gamma = 0.044 \text{ N/m}$.

Densità acqua:

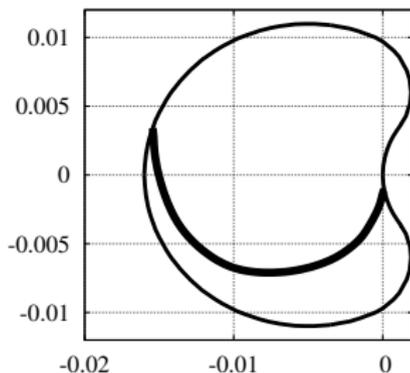
$$\rho = 999.97 \text{ kg/m}^3.$$



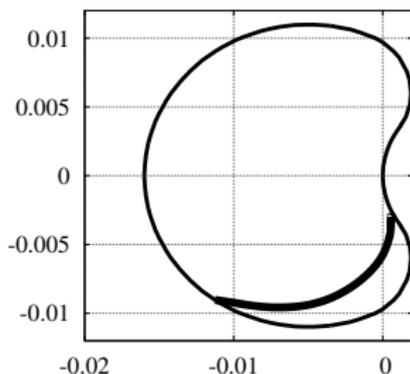
Caso di dominio Sferico



- La figura prende in considerazione tre gradi di riempimento.
- La linea continua rappresenta la soluzione analitica derivata dall'approccio matematico;
- i punti sono stati ricavati attraverso il metodo numerico.

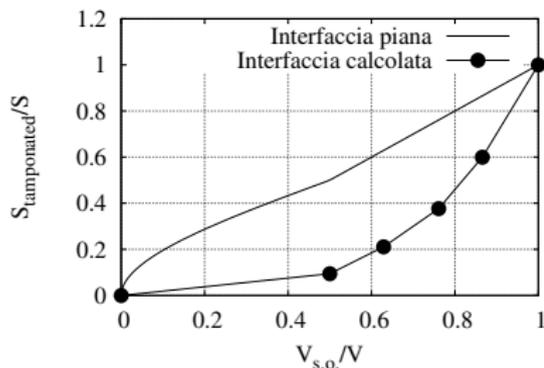


- Volume iniettato: 60%;
- La parte posteriore della retina risulta non completamente tamponata.



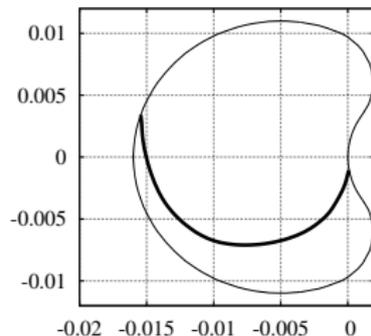
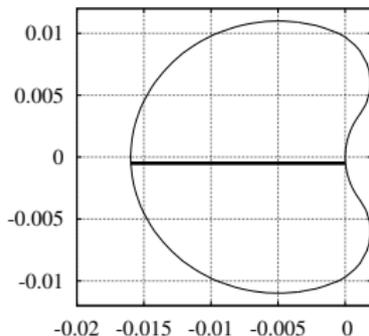
- Volume iniettato: 90%;
- La parte posteriore della retina risulta tamponata.

Relazione fra superficie tamponata $S_{tamponata}/S$ e volume di iniezione $V_{s.o.}/V$

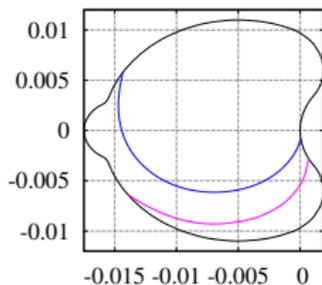
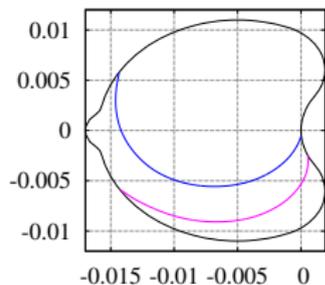


In figura:

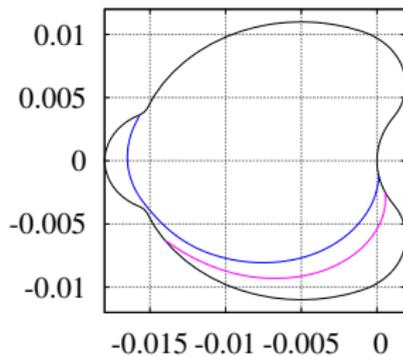
- viene espressa la relazione secondo diversi gradi di riempimento.
- sono presi in considerazione due configurazioni di interfaccia: piana e calcolata.



L'interfaccia **blu** rappresenta volume di riempimento del 60%, quella **viola** del 90%.



In entrambi i casi l'interfaccia si presenta completamente o sopra o sotto lo stafiloma tamponando o meno la regione.



Il risultato di questa simulazione è di particolare interesse in quanto l'interfaccia rientra nella regione dello stafiloma non tamponando il distacco retinico.

- Sono state effettuate simulazioni numeriche sulla forma dell'interfaccia fra due fluidi immiscibili nella camera vitrea.
- Le configurazioni dell'interfaccia dipendono: dalla densità dei due fluidi, dalla tensione superficiale e dall'angolo di contatto.
- La superficie dell'interfaccia risulta molto curva e asimmetrica.
- In assenza di simulazioni non è prevedibile né la forma dell'interfaccia né quale regione della retina verrà tamponata.
- Nel caso dello stafiloma, è possibile che una sacca d'acqua rimanga intrappolata all'interno dello stafiloma limitando l'effetto tamponante.

Grazie per l'attenzione!