

Dan Öhman, överläkare
Sektionschef Kirurgiska
Enheten
Ögonkliniken, USÖ

Liten viskoskola – hur, vad & varför?

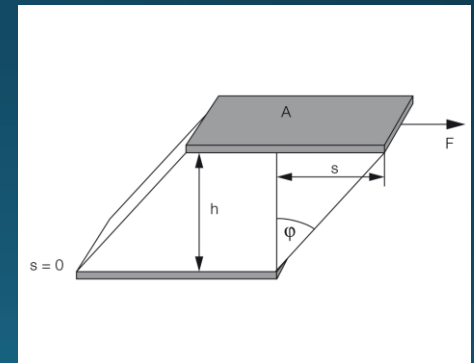
Inga finansiella intressen i någon av de produkter som omnämns

Fako är fysik

Reologi – läran om fasta kroppars och vätskors deformation genom yttre krafter

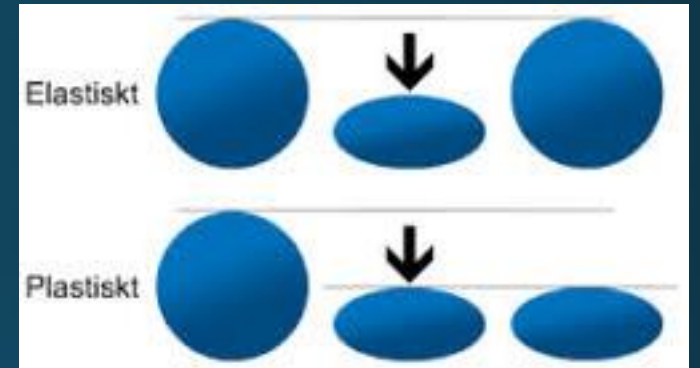
Grundläggande materiallära

- Materia –
 - Fast form/vätska/gas/plasma
- Krafter
 - Kraft \rightarrow stress/spänning \rightarrow strain/deformation
 - (Normal stress/strain – spänning/deformation)
 - Shear stress/strain – skjuvspänning/skjuvdeformation
 - Shear rate – skjuvdeformationens hastighet



Deformation

- Elastisk
 - Reversibel när spänningen släpper
- Plastisk
 - Irreversibel deformation vid spänning över viss nivå
- Viskös
 - Spänning som krävs för deformation beroende av viskositet, irreversibel deformation
- Viskoelastisk
 - Kombination av elastisk och viskös deformation
 - Elastiska delen reversibel, men inte den viskösa



Viskositet

- Internt motstånd mot flöde
 - Högre molekylvikt, högre viskositet
- Dynamisk viskositet
 - Kraft/stress nödvändig för ett visst flöde
 - Enheter
 - CGS – Poise (P) - cP
 - SI – $Pa \cdot s$ - $mPas$
 - $1 cP = 1 mPas$
- Kinetisk viskositet
 - Hastigheten på flödet från en viss kraft/stress – densitetsberoende
 - Enhet
 - Stokes - cS



Olika vätskor

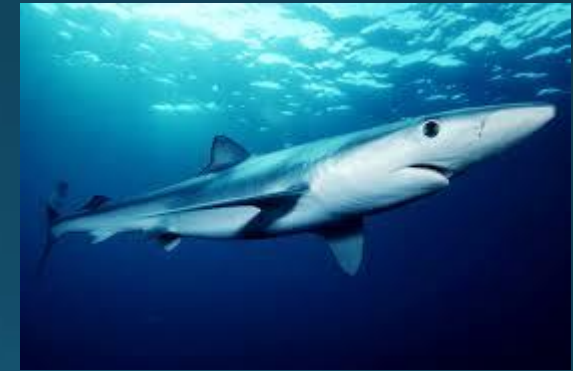
- Newtonska vätskor
 - Små molekyler – luft, vatten
 - Linjärt samband shear stress & shear rate
 - Beroende av viskositet & temperatur
- Icke-Newtonska vätskor
 - Stora molekyler – polymerer, hyaluronsyra
 - Shear rate ökar eller minskar viskositeten
- Pseudoplasticitet
 - Typiskt för OVD
 - Ökad shear rate ger minskad viskositet

Historik – ögonkirurgi m m

- Ursprungliga ämnen
 - Luft
 - Patientens serum
- Hyaluronsyra
 - Karl Mayer
 - 1934 – isolerat från vitreus
 - Endre Balasz
 - 1940 – 70-talet
 - Pharmacia Healon® 1980
 - Viskokirurgi
 - Från hästar till artros till Restylane

OVD – Ophthalmic Viscosurgical Devices

- Hydroxypropylmetylcellulosa
 - Från växtfibrer
 - Vanligare som smörjmedel/del av ögondroppar
- Natriumhyaluronat
 - Naturligt förekommande i kroppen
 - Främre kammarvätska/glaskropp
 - Polymer av disackarid-enheter
 - Molekylvikter i MDa
 - Tuppkamrar vs bakteriell fermentation
- Natriumkondroitinsulfat
 - Naturligt förekommande i bindväv & kornea
 - Polymer av polysackarider
 - Molekylvikter i kDa
 - Ej pseudoplasticitet
 - Hajfenor



Användningsområden

- Kataraktkirurgi
 - Skapa utrymme
 - Underlätta kapsulorhexis
 - Endotelskydd
 - Skydd mot fria radikaler
 - Pupilldilatation
 - Skydda kapselsäcken
 - Kompartimentalisering
- Glaukom-, korneal- & vitreoretinalkirurgi

Fysikaliska egenskaper

- Viskositet
 - Långa molekyler, hög koncentration
- Elasticitet
 - Långa molekyler
- Pseudoplasticitet
 - Zero-shear viscosity
- Täckningsförmåga
 - NaHA vs NaCS
 - Specifika bindningssites vs låg ytspänning, negativ laddning
- Kohesivitet/dispersivitet

Kohesiva vs dispersiva OVD

- Kohesiv

- Adhesion mellan NaHA-molekyler
- Hög viskositet
- Långa molekyler = hög molekylvikt
- Högre koncentration – mer viskös
- Högre koncentration – mer kohesiv upp till viss gräns

- Fördelar & nackdelar

- Skapar utrymme
- Lätt att aspirera
 - Nackdel under fako
 - Fördel i slutet av op



- Dispersiv

- Adhesion till vävnader
- Låg viskositet
- Korta molekyler = låg molekylvikt
- Ofta högre koncentration HA än kohesiva
- Låg ytspänning

- Fördelar & nackdelar

- Gott skydd av vävnader – endotel
- Svårare att aspirera
 - Fördel vid fako
 - Nackdel i slutet av op



CDI

- Cohesive Dispersive Index
 - % aspirerat vid 100 mmHg vacuum
 - $CDI < 30$ – dispersivt
 - $CDI \geq 30$ – kohesivt
- Ju högre CDI desto lättare att aspirera

Kombinations OVD

- DisCoVisc®
 - Kombination av kohesiva & dispersiva egenskaper
 - Liknar Viscoat®
 - Båda 4 % NaCS
 - Viscoat 3% NaHA - 500 kDa
 - DisCoVisc 1,7 % NaHA – 1,7 MDa
 - Viskositet ca 300 000 mPas
 - CDI 12
 - Skapar både utrymme och skyddar vävnaderna

Viskoadaptiva OVD

- Olika beteende vid olika flow rates
- Högvisköst
- Skapar mycket utrymme
- Lågt flöde – kohesivt
- Högt flöde – pseudodispersivt
- Särskild teknik för avlägsnande

	Healon 5®	Healon 5 Pro®	Healon GV Pro®
Koncentration	2,3 % NaHA	2,3 % NaHA	1,8 % NaHa
Molekylvikt	4 MDa	3,2 MDa	3,2 MDa
Viskositet	7 000 000 mPas	4 000 000 mPas	2 000 000 mPas

OVD+

- OVD + lokalanestetika
 - Zeiss – Visthesia®
 - NaHA + lidokain
- OVD + free radical scavengers
 - TRB Chemedica - Visiol®
 - NaHA + mannitol
 - Rayner - Ophteis FR Pro®
 - NaHA - sorbitol

Arshinoffs klassifikation

†New Classification of OVDs, 2005, modified and updated to 2016

← Cohesive - Dispersive →

V_0 (zero-shear viscosity) range (mPa.s)	Cohesive OVDs CDI ≥ 30 (% asp / mm Hg)	Dispersive OVDs CDI < 30 (% asp / mm Hg)
7- 18 x 10 ⁶ (ten millions)	I. Viscoadaptives * Healon5* /Visc**(MicroVisc***) Phaco, BD MultiVisc#	
1 - 5 x 10 ⁶ (millions)	II. Higher viscosity cohesives A. Super viscous cohesives *Healon GV* /Visc** (MicroVisc***, HyVisc***) Plus BD Visc®, Acrylylon Plus## B. Viscous cohesives *Healon* /Visc** (MicroVisc***, HyVisc***) EyeFill HC### Ophthalm Plus## *Provisc† Opegan HI †† Rayner FR Pro +++ *Amvisc* Ophthalm #® EyeFill SC ###	II. Higher viscosity dispersives A. Super viscous dispersives none B. Viscous dispersives * DisCoVisc† * Amvisc Plus*
10 ⁶ - 10 ⁵ (hundred thousands)	III. Lower viscosity cohesives A. Medium viscosity cohesives none B. Very low viscosity cohesives none	III. Lower viscosity dispersives A. Medium viscosity dispersives *Viscoat† *Vitrux*, Healon D*, Healon Endocoat* Endogel### Flyvisc™ Opeled† *ColluGel† EyeFill HD### B. Very low viscosity dispersives Opegan†† *OccuCoat™ Icell™, Visilon, Ocuvis, Hymecel, Adabocel, Celoflat, ...HPMCs
10 ⁴ - 10 ³ (ten thousands)	*Modified from: Arshinoff SA, Jafari M. A new classification of ophthalmic viscosurgical devices (OVDs). J Cataract Refract Surg. 2005; 31: 2167-2171	
10 ³ - 10 ² (thousands)		

↑ Viscosity

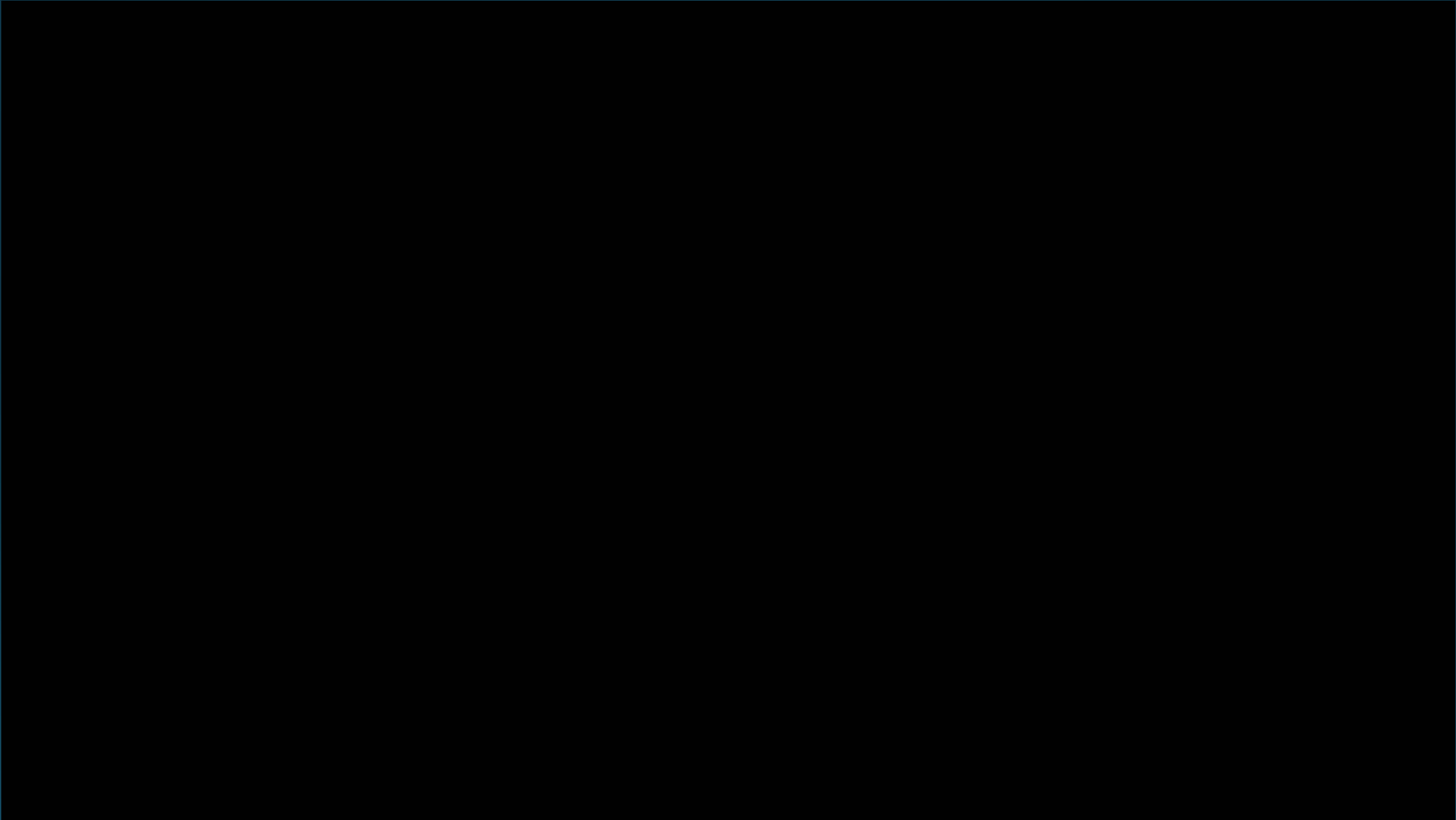
Legend: * Abbot Medical Optics, ** iMed Pharma, *** Bohus Biotech, # Bectin Dickinson, ## Carl Zeiss Meditech, ### Croma Pharma, † Alcon laboratories, †† Bausch & Lomb ††† Biotechnology General, †††† Rayner, * Shishido Co., ††††† Seikagaku Corporation - Santen, HPMC = hydroxypropylmethylcellulose, * Available in USA

Wound burns

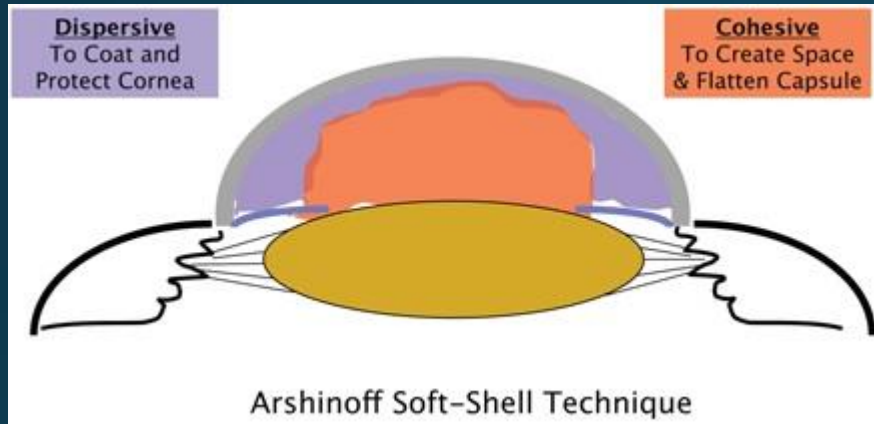
- Kombination av riskfaktorer
 - Högvisköst OVD i kammaren
 - Pedalen i botten
 - Snabb ökning av fakokraft
 - Friktionsvärme
 - Ingen kylning från infusionsflödet
- Förebyggande åtgärder
 - Inledande försiktig aspiration
 - Adekvata maskinparametrar
 - Alcon Centurion® – aspiration/vacuum

Avlägsnande av OVD

- Kohesiv vs dispersiv
 - Lätt att få ut vs täcker endotelet bättre
 - Dispersiv gradvis vs kohesiv breaking point
- Olika tekniker
 - One-compartment vs two-compartment
- Kvarvarande OVD
 - Tryckstegring –
 - Högre & mer långvarig desto mer viskös
 - Capsular Block Syndrome
 - Första veckan/veckorna
 - OVD fångat i kapseln
 - Myopisering, grund kammare, tryckstegring



Soft shell-tekkniker



Tri-soft shell technique.
Arshinoff SA, Norman R.
JSCRS 2013; 39: 1196-1203.



Mina förenklade regler

- Standardkatarakter
 - Billigaste upphandlade som uppfyller grundkriteria
- Anatomiskt avvikande ögon
 - DisCoVisc®
 - Dåligt endotel
 - Healon 5 Pro®
 - Grund kammare
 - Vit/svällande katarakt
- Traumatisk katarakt med linskapselskada
- (Sent dislocerad IOL i glaskroppsrummet)

<https://www.youtube.com/watch?v=guXhoxcr3RQ>

Tack för uppmärksamheten!

dan.ohman@regionorebrolan.se