

L'importanza del film lacrimale

Simone Santacatterina

Marta Farioli

Luca Benzoni

Il film lacrimale: chimica, fisica e funzione

Simone Santacatterina

Film lacrimale: da cosa è composto?

Contenuto Totale di Solidi

- **Totale:** 1,8 g/100 mL
- Dopo incenerimento → **Residuo inorganico (ceneri):** 1,05 g/100 mL
- Le **ceneri** rappresentano il **58%** dei solidi totali
- Il restante **42%** è **componente organica**

Componente Organica (~0,8 mg/mL)

Componente	Concentrazione
Lipidi	0,15 mg/mL
Proteine, mucine, metaboliti	0,65 mg/mL

Componente Inorganica

- Costituita da **elettroliti** disciolti nella fase acquosa
- Include:
 - Sodio (Na^+), Potassio (K^+), Cloruri (Cl^-)
 - Bicarbonati (HCO_3^-), Calcio (Ca^{2+}), Magnesio (Mg^{2+})

La parte acquosa – proprietà dell'acqua

1. Anomalie Termiche

- Alto punto di ebollizione: 100 °C
- Alto punto di fusione: 0 °C
- Questi valori sono eccezionali per una molecola leggera (18 g/mol)

 Confronto: Il metano (16 g/mol) fonde a -183 °C e bolle a -161 °C

2. Legami Idrogeno

- Interazioni forti tra molecole d'acqua (4–5 kcal/mol)
- Non sono veri legami chimici, ma forze attrattive molto influenti

 Confronto*: Legame C–H \approx 80 kcal/mol, O–H \approx 100 kcal/mol

- Responsabili delle elevate temperature di fusione ed ebollizione

La parte acquosa – proprietà dell'acqua

3. Proprietà Termiche

- Alta capacità termica specifica: $4.1855 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ a $15 \text{ }^\circ\text{C}$
- Alto calore di evaporazione: 40.65 kJ/mol (2257 kJ/kg)
- L'acqua assorbe e rilascia molto calore senza grandi variazioni di temperatura

4. Tensione Superficiale

- Molto elevata: 72.8 mN/m a temperatura ambiente
- Le molecole in superficie sono attratte verso l'interno → coesione
- L'acqua tende a formare gocce sferiche per minimizzare la superficie



La parte acquosa – tensione di vapore

⇒ Cos'è la Tensione di Vapore?

- È la **pressione esercitata dal vapore** di un liquido in equilibrio con la sua fase liquida
- Misurata in **mmHg**
- Indica la **tendenza di un liquido a evaporare** a una certa temperatura

⚡ Effetto della Temperatura

- La tensione di vapore **aumenta con la temperatura**
- Per l'acqua:
 - 25 °C → 23.76 mmHg
 - 30 °C → 31.8 mmHg
 - 37 °C → 47.07 mmHg

▲ **Aumento del 50% tra 30 °C e 37 °C**

La parte acquosa – tensione di vapore

Implicazioni Cliniche

- L'**evaporazione del film lacrimale** è un fattore chiave nella **sindrome da occhio secco**
- Le **lenti a contatto morbide**:
 - Aumentano l'**interfaccia aria-liquido**
 - Favoriscono l'**evaporazione** per effetto poroso
 - Agiscono da **isolanti termici**, aumentando la temperatura corneale

Dati sulla Velocità di Evaporazione

Condizione	Velocità di evaporazione (g/cm ² ·s)
Occhio senza lente	9.5×10^{-7}
Sindrome di Sjögren	25×10^{-7}

-  Fonti: *Contact Lens and Anterior Eye (1997)*, *The Ocular Surface (2005)*

Diffusione dei gas nella cornea e ruolo del Film Lacrimale

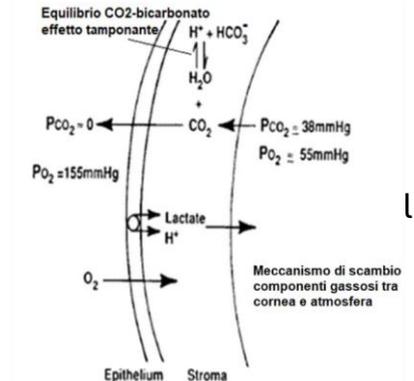
Ossigeno (O₂): Gradiente **Positivo** Essenziale

- L'ossigeno è una molecola apolare e **più solubile nella fase lipidica** del film lacrimale rispetto alla fase acquosa
- Questo garantisce un **gradiente di concentrazione positivo** tra:
 - Superficie corneale: pO₂ ≈ 55 mmHg
 - Superficie del film lipidico (a contatto con l'aria): pO₂ ≈ 155 mmHg

 Il gradiente è fondamentale per il **rifornimento continuo di O₂**, metabolismo cellulare corneale

Anidride Carbonica (CO₂): Gradiente **Negativo** per l'Eliminazione

- La CO₂ è **molto più solubile** dell'O₂ nella fase lipidica
- Essendo la pCO₂ atmosferica ≈ 0 mmHg, si crea un **gradiente negativo** dalla cornea verso l'esterno
- ▣ Questo favorisce l'**eliminazione rapida** della CO₂ prodotta dal metabolismo, evitando accumuli stromali



Osmolarità del film lacrimale



Cos'è l'Osmolarità?

- Misura la concentrazione totale di soluti nel film lacrimale (espressa in mOsm/L)
- Riflette l'equilibrio tra: produzione lacrimale, evaporazione, drenaggio



Valori Normali e Variazioni

- Range normale: **270–315 mOsm/L**
- Valore medio: **~300 mOsm/L**
- Differenze tra occhi: **$\sim 6.9 \pm 5.9$ mOsm/L**
- Fattori come età, etnia, ciclo mestruale o contraccettivi **non influenzano significativamente** l'osmolarità



Iper-osmolarità e Occhio Secco

- L'**iper-osmolarità** è un marcatore fisiologico dell'**occhio secco** (soglia >310 mOsm/L)
- Aumenta in condizioni come: veglia prolungata, alte altitudini, digiuni
- Diminuisce con **chiusura prolungata delle palpebre**

pH del film lacrimale

Valori e Variazioni

- Range fisiologico: **7.0 – 7.7 pH**
- In letteratura: **da 6.8 a 8.2**, con estremi individuali **5.2 (acido)** e **8.6 (basico)**
- Il pH è influenzato da:
 - Punto di misura sulla superficie oculare
 - Metodo di prelievo (es. menisco vs. superficie corneale)
 - Condizioni ambientali e lacrimazione riflessa

Fattori che Influenzano il pH

- **Età**: pH tende ad aumentare con l'età (~+0.2 unità tra 10 e 50 anni)
- **Ciclo giornaliero**: tendenza da acido al mattino ad alcalino nel pomeriggio (~0.6 unità)
- **Ammiccamento**: provoca lieve acidificazione
- **Apertura prolungata**: aumento rapido del pH (fino a 9.3), recupero in 30–60 sec
- **Chiusura palpebrale**: lieve acidificazione

pH e sistema tampone

pH e Occhio Secco

- Valori medi simili tra soggetti sani e con occhio secco (7.46 vs. 7.45)
- Tuttavia, **12% dei soggetti con occhio secco** mostrano pH > 7.7 (vs. 4% nei sani)
- Il pH **non è un marcatore discriminante affidabile**, ma può indicare alterazioni locali

Ruolo della CO₂ e del Sistema Tampone

- La CO₂ (prodotto metabolico) influenza il pH tramite la sua conversione in **acido carbonico**
- Il **gradiente negativo di CO₂** (cornea → aria) favorisce l'eliminazione del gas
- Il pH è stabilizzato dal **sistema tampone bicarbonato**:
 - $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$

Funzioni del pH nel Film Lacrimale

- Contribuisce alla **difesa delle strutture oculari esterne**
- Influenza: **Attività antibatterica** (es. lisozima), **vitalità cellulare**

pH e lenti a contatto

Effetti del pH sulle LAC morbide

- a pH acidi:
 - ↓ contenuto d'acqua (es. Permalens: -8% da pH 7.4 a 6.6)
 - ↓ permeabilità all'ossigeno
 - ↑ rischio di “sindrome da lente stretta”
- Alterazioni del pH possono compromettere la **tolleranza** e la **durata del porto**

Il pH influisce su:

- **Trasporto attivo di elettroliti** (Na^+ , Cl^-)
- **Mantenimento della trasparenza corneale**
- Conoscere il pH del film lacrimale è essenziale per comprendere la fisiologia corneale normale e per valutare anche la tollerabilità delle lenti a contatto



Omeostasi del film lacrimale



Cos'è l'Omeostasi?

- Capacità dell'organismo di mantenere un **ambiente stabile** nonostante variazioni interne o esterne
- Applicata al film lacrimale, implica il **bilanciamento dinamico** tra le sue componenti (acquosa, lipidica, mucinica) per proteggere la superficie oculare



Interazione tra Componenti del Film Lacrimale

- Ipotesi: le componenti **acquosa** e **lipidica** si **compensano** per mantenere l'omeostasi
- Studi mostrano che:
 - In soggetti con **MGD** (Meibomian Gland Dysfunction) , la secrezione lacrimale **aumenta** per compensare la perdita del film lipidico
 - **Meiboniografia**: misura la funzionalità delle ghiandole di Meibomio → valori alti = maggiore disfunzione
 - Aumento dell'**altezza del menisco lacrimale** è una risposta compensatoria alla perdita lipidica

Occhio Secco: due tipologie principali

Tipo	Descrizione	Causa principale
ADDE (Aqueous-Deficient Dry Eye)	Deficit della componente acquosa	Disfunzione ghiandole lacrimali
EDE (Evaporative Dry Eye)	Eccessiva evaporazione	Disfunzione ghiandole di Meibomio (MGD)

- La forma **non-Sjögren ADDE** è un sottotipo comune
- La **MGD** è la causa più frequente di EDE

Risultati Chiave

1. La secrezione lacrimale **correla con la severità della MGD**
2. Il film acquoso **augmenta** per compensare la carenza lipidica, ma **non avviene il contrario**
3. L'instabilità del film lipidico porta a:
 - ↑ frizione palpebra-cornea
 - ↑ secrezione riflessa di lacrime

Film lacrimale e indice di rifrazione

Riduzione delle Proteine

- Negli anziani si osserva una **diminuzione della concentrazione proteica**
- Questo può contribuire alla **minore stabilità** del film lacrimale

Indice di Rifrazione

- L'**indice di rifrazione** del film lacrimale è proporzionale alla concentrazione proteica
- Formula di **Gladstone-Dale**: $N = N_1(A_1) + N_2(A_2)$
 - N = indice della miscela
 - N_1, N_2 = indici di rifrazione di soluto e solvente
 - A_1, A_2 = frazioni volumetriche

Studi rilevanti

- **Stegman & Miller**: aumento dell'indice di rifrazione in congiuntiviti allergiche
- **Lattoferrina**: principale proteina correlata all'indice di rifrazione nelle lacrime sane

Stegman, Robert & Miller, David. (1976). A Human Model of Allergic Conjunctivitis. Archives of ophthalmology. 93. 1354-8.

Indice di rifrazione: quanto cambia?



Valori Osservati

- Il valore medio del film lacrimale raccolto è **1,337**
- Lo strato lipidico superficiale può raggiungere **1,482**



Variazione con l'Età

- Nelle donne: da **1,33769 (20 anni)** a **1,33654 (70 anni)**
- Variazione totale: **0,00115** in 50 anni
- Statisticamente rilevante, ma **clinicamente trascurabile**



Impatto su Lenti a Contatto Rigide

- Secondo l'**equazione della lente sottile**, per modificare il potere del film lacrimale di **0,2 diottrie (D)**, serve una variazione dell'indice di rifrazione di **0,01**
- La variazione osservata con l'età è **10 volte inferiore** → **nessun impatto clinico significativo**

Patel, Sudi & Tutchenko, Larysa. (2019). The refractive index of the human cornea: A review. Contact Lens and Anterior Eye. 42

Lipidi: struttura, proprietà, classificazione



Caratteristiche Generali

- Molecole biologiche **idrofobe**:
 - **Scarsa solubilità in acqua**
 - **Alta solubilità in solventi non polari**
- Struttura ricca in **legami C-C e C-H** (non polari)
- Atomi di carbonio a **basso stato di ossidazione** → ideali per **stoccaggio energetico**



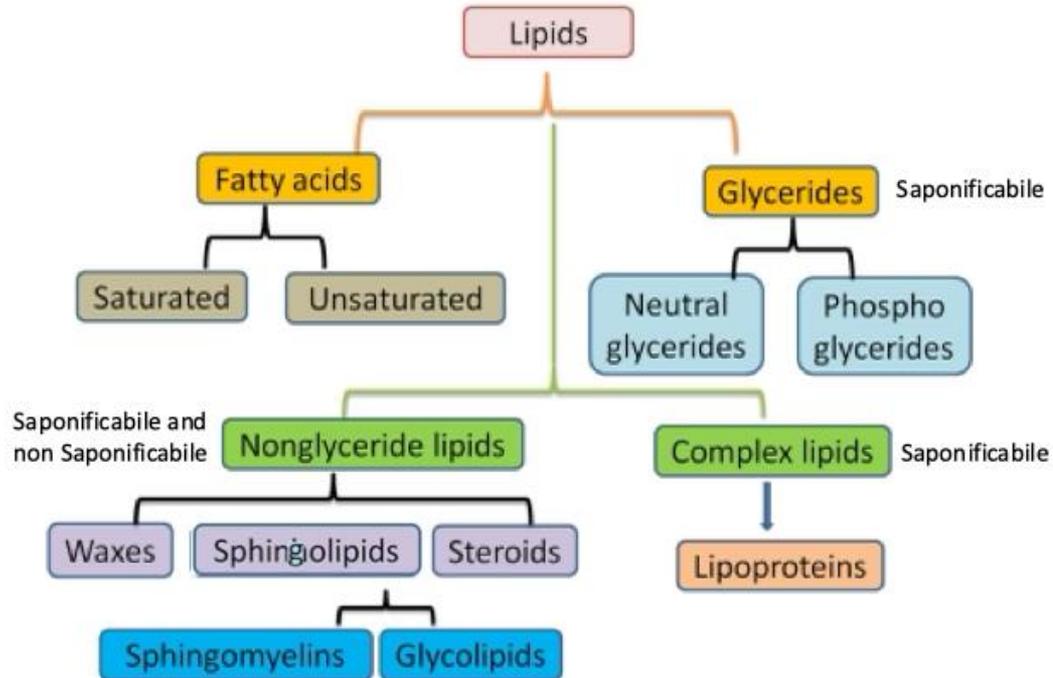
Funzione Metabolica

- Fonte concentrata di **energia metabolica**
- Rilasciano energia nei **processi ossidativi cellulari**

* Stato Fisico

- I **grassi** sono normalmente **solidi** a temperatura ambiente
- Hanno un **basso punto di fusione**

Lipidi: struttura, proprietà, classificazione



Gli Steroidi sono normalmente lipidi non saponificabili



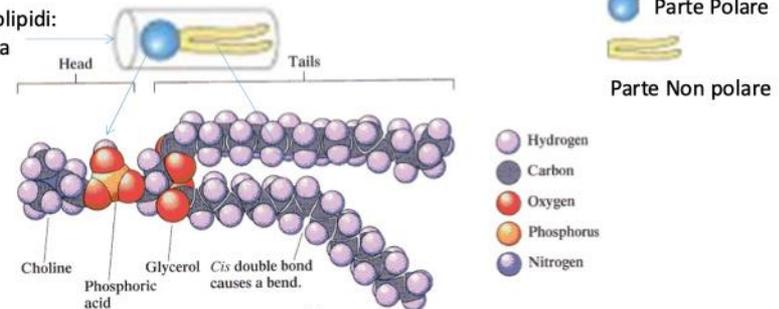
Fosfolipidi: Struttura e Funzione



Cosa sono i fosfolipidi?

- I **fosfolipidi** sono **lipidi polari** fondamentali per la struttura delle membrane cellulari e per la stabilità dei fluidi biologici.
- Struttura tipica:
 - **Due acidi grassi** legati a una molecola di **glicerolo**
 - Il terzo gruppo $-OH$ del glicerolo è esterificato con **acido fosforico**
 - L'acido fosforico è a sua volta legato a un **alcol polare** (es. colina, serina, etanolamina)

Modello per fosfolipidi:
struttura cilindrica



Fosfolipidi nel Film Lacrimale

Ruolo nel film lacrimale

- I fosfolipidi sono componenti chiave dello **strato lipidico** del film lacrimale, secreto principalmente dalle **ghiandole di Meibomio**

Funzioni principali:

- **Stabilizzano** il film lacrimale
- **Riducono l'evaporazione** della componente acquosa
- **Migliorano la distribuzione** del film sulla superficie oculare
- **Favoriscono l'omeostasi** e la protezione della superficie oculare

Conclusione

- I fosfolipidi sono **essenziali per la salute oculare**: contribuiscono alla **lubrificazione**, alla **protezione** e alla **stabilità** del film lacrimale
- Il loro utilizzo in **trattamenti topici** rappresenta una strategia efficace per la gestione dell'**occhio secco**, soprattutto nelle forme **evaporative**

Film lacrimale – parte lipidica

🔪 Spessore e Compattezza

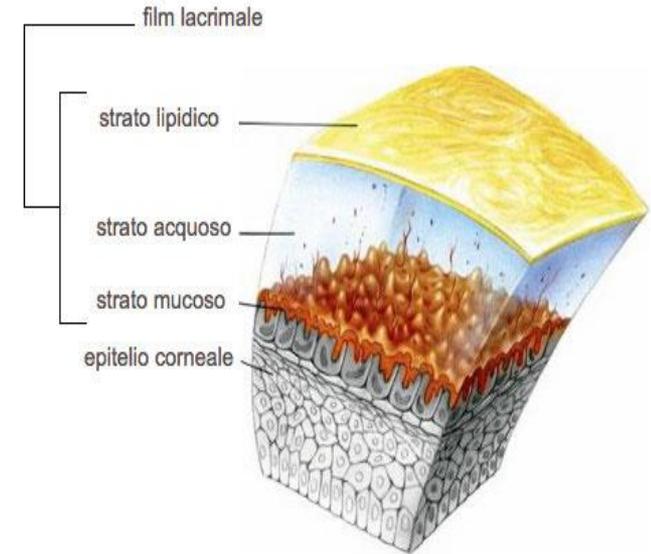
- Circa **50 volte più sottile** della fase acquosa
- Struttura **altamente ordinata** → maggiore **compattezza e stabilità**

🔬 Indice di Rifrazione

- **Molto più alto** rispetto alla fase acquosa (1,34)
- Secrezioni delle ghiandole di Meibomio:
 - **Indice medio a 35 °C: 1,482**
 - Varia da **1,46 a 1,53** nello spettro visibile
- Contribuisce al **potere diottrico** del film lacrimale

🌡️ Funzioni Fisiologiche

- **Isolante termico**: stabilizza la temperatura corneale
- **Riduce l'evaporazione** della fase acquosa
- **Barriera protettiva** contro agenti esterni
- **Favorisce il trasporto di O₂** dall'aria alla cornea





Mucine (MUC): Struttura e Funzioni



Struttura Molecolare

- **Glicoproteine idrofiliche** altamente **glicosilate**
- Lo **scheletro proteico** è ricco di **serina** e **treonina** → siti di legame per catene zuccherine
- La **glicosilazione** avviene tramite:
 - Primo zucchero: **N-acetil-galattosamina**
 - Seguito da 2–11 unità saccaridiche → **lineari o ramificate**
- La componente zuccherina può costituire **50–90%** del peso totale



Classificazione

Tipo	Funzione principale
Transmembrana	Conferiscono idrofilicità all'epitelio corneale
Solubili	Presenti nella fase acquosa → contribuiscono alla viscoelasticità del film lacrimale



Mucine (MUC): Struttura e Funzioni

👁️ Ruolo nel Film Lacrimale

- Parte del **glicocalice** e del **muco** che ricopre l'epitelio oculare
- Funzioni:
 - **Stabilizzazione** del film lacrimale
 - **Protezione** della superficie oculare
 - **Adesione** del film acquoso alla cornea
 - **Ruolo chiave** nella **sindrome da occhio secco** e in altre patologie oculari

✅ Conclusione

- Le mucine sono **elementi essenziali** per la **funzione barriera**, la **lubrificazione** e la **stabilità** del film lacrimale
- Alterazioni nella loro quantità o qualità sono associate a **disfunzioni oculari**, in particolare all'**occhio secco**



Proteine nella Fase Acquosa del Film Lacrimale



Principali Proteine Identificate

Proteina	Funzione principale
Lisozima	Antibatterico (idrolizza pareti batteriche)
Lattoferrina	Sequestra ferro, inibisce crescita microbica, attività battericida
sIgA	Anticorpo secretorio → difesa immunitaria mucosale
Lipocaline	Legano lipidi, stabilizzano il film, inibiscono proteasi
Lipofilline	Interagiscono con lipidi (funzione ancora incerta)
Albumina	Deriva dal siero, trasporto e regolazione osmotica
IgG	Anticorpo sistemico, presente in basse concentrazioni

Proteine nella Fase Acquosa del Film Lacrimale

Proteine Specializzate e Surfattanti

- **PLTP (Phospholipid Transfer Protein):**
 - Trasferisce fosfolipidi
 - Bassa concentrazione ma ruolo chiave nel **trasporto lipidico**
 - La sua assenza è associata a **occhio secco** nei modelli animali
- **Proteine Surfattanti (SP-A, SP-B, SP-C, SP-D):**
 - Originariamente identificate nel polmone
 - Presenti nel film lacrimale e sulla superficie oculare
 - SP-B e SP-C: **altamente idrofobiche**, hanno un ruolo nella **struttura del film lipidico**

Ruolo Difensivo e Infiammatorio

- 168 su 491 proteine identificate nel film lacrimale:
 - **Coinvolte nella difesa** contro agenti patogeni
 - **Associate a processi infiammatori**, sottolineando l'interazione tra occhio e ambiente



Proteine: lisozima



Caratteristiche Generali

- **Peso molecolare:** 14,6 kDa
- **Carica positiva**
- **Secreta** dalle ghiandole lacrimali insieme a lattoferrina e lipocalina
- **Concentrazione:** 1,0 – 3,1 mg/mL
- Costituisce circa **1/3 delle proteine totali** nelle lacrime
- Scoperto da **Alexander Fleming** nel 1922



Funzione Antibatterica

- Presente anche in siero, saliva, urine e secrezioni nasali
- Catalizza la **scissione dei legami glicosidici** nei polisaccaridi della parete batterica
- È la **principale proteina antibatterica** del film lacrimale



Proteine: lisozima



Ruolo nel Film Lacrimale

- Si **miscela con i fosfolipidi** del film lipidico
- Contribuisce alla **stabilizzazione** del film lacrimale
- La sua **concentrazione può diminuire** con l'età o in presenza di **patologie oculari**



Interazione con Lenti a Contatto

- Tende a **depositarsi su lenti idrogel convenzionali**
- Interazione elettrostatica: lisozima (+) \leftrightarrow materiali idrogel (-)
- Può causare **discomfort** e ridotta tollerabilità al porto prolungato



Curiosità: Proprietà Piezoelettriche

- Studi recenti (Univ. di Limerick, Irlanda) mostrano che il lisozima:
 - Può **generare elettricità** sotto stimolo meccanico
 - Potenziale applicazione in **biotecnologie e dispositivi medici**

Proteine: lattoferrina

Caratteristiche Generali

- **Peso molecolare:** 82 kDa
- **Carica positiva**
- **Prodotta** dalle ghiandole lacrimali
- **Concentrazione:** 0,63 – 2,9 mg/mL
- **Valore medio:** 1,42 mg/mL
- **Più abbondante nelle lacrime femminili** rispetto a quelle maschili

Funzioni Principali

Funzione	Meccanismo
Antimicrobica	Sequestra il ferro → inibisce la crescita batterica
	Interagisce con la membrana batterica → ↑ permeabilità
Antinfiammatoria	Modula la risposta immunitaria e riduce lo stress ossidativo



Proteine: lattoferrina



Meccanismo d'Azione

- **Alta affinità per il ferro** → limita la disponibilità di Fe^{3+} nel film lacrimale
- **Interazione elettrostatica** con batteri (superficie negativa)
- Legame con **lipopolisaccaridi** → destabilizzazione della membrana batterica



Conclusione

- La lattoferrina è una **proteina multifunzionale** essenziale per la **protezione oculare**
- Agisce sia come **barriera antimicrobica** che come **modulatore dell'infiammazione**

Proteine: sIgA

Caratteristiche Generali

- **Glicoproteina** prodotta dai linfociti B
- **Presente in tutti i fluidi corporei:** siero, saliva, urina, latte, lacrime
- **Forma predominante nelle lacrime: sIgA**
- **Peso molecolare:** 385 kDa
 - Dimero di due IgA (160 kDa) + componente secretoria

Funzioni e Meccanismi

Funzione	Descrizione
Immunità mucosale	Protegge la superficie oculare da virus, batteri e tossine
Attività antivirale	Neutralizza virus prima che infettino le cellule
Ruolo notturno	Protegge durante la chiusura palpebrale prolungata
Secrezione continua	Diversamente da lisozima, lattoferrina e lipocalina, è secreta in modo costante

Proteine: sIgA

Concentrazione nel Film Lacrimale

- A occhio aperto: **71 $\mu\text{g}/\text{mL}$ – 2,4 mg/mL**
- A occhio chiuso (es. durante il sonno): **0,85 – 8,40 mg/mL**
- Aumenta in condizioni di **ambiente statico** e potenziale **infiammazione subclinica**

Aspetti Clinici

- **Ridotta in soggetti con cheratocono**
- Effetto del **porto di lenti a contatto** sulla sIgA: dati **contraddittori**
- IgG, IgE, IgM e IgD sono presenti in quantità molto minori
 - IgG deriva dal siero
 - IgE rilevabile solo in caso di **reazioni allergiche**

Conclusione

- La sIgA è una **barriera immunitaria fondamentale** per la superficie oculare
- Svolge un ruolo **protettivo continuo**, soprattutto durante il **riposo notturno**



Proteine: lipocalina



Caratteristiche Generali

- **Peso molecolare:** 17,4 kDa
- Nota anche come **proteina della ghiandola di von Ebner**
- **Seconda proteina più abbondante** nelle lacrime (15–33% delle proteine totali)
- Secreta insieme a **lisozima** e **lattoferrina**
- **Sovraespressa nelle donne** rispetto agli uomini



Interazioni e Trasporto

- Interagisce funzionalmente con **lisozima** e **lattoferrina**
- Nessuna interazione con **albumina**
- Trasporta:
 - **Vitamina A ed E**
 - **Ormoni steroidei**
 - **Lipidi oculari**



Proteine: lipocalina



Funzioni nel Film Lacrimale

Funzione	Descrizione
Rimozione lipidi	Elimina lipidi anomali dalla superficie oculare
Stabilizzazione del film	Riduce la tensione superficiale all'interfaccia aria-lipidi
Controllo dell'evaporazione	Collabora con le ghiandole di Meibomio
Contributo alla viscosità	Supporta la funzione delle mucine gelificanti



Conclusione

- La lipocalina è una **proteina chiave** per il mantenimento della **stabilità, lubrificazione e protezione** del film lacrimale
- Svolge un ruolo **complementare e sinergico** con altre proteine lacrimali nella difesa e nel comfort oculare



Proteine: albumina (HSA)



Caratteristiche Molecolari

- **Nome completo:** Albumina da siero umano (HSA)
- **Peso molecolare:** 66 kDa
- **Struttura semplice:**
 - Composta da **585 amminoacidi**
 - **Non glicosilata** (\neq glicoproteine)
 - **Priva di gruppi prostetici** o molecole legate
- **Forma cristallina:** $\sim 80 \text{ \AA}$ di lunghezza $\times 30 \text{ \AA}$ di larghezza



Presenza nel Film Lacrimale

- **Concentrazione:** fino a **2 mg/mL**
- **Origine:** deriva dal **siero plasmatico**
- **Carattere acido** (carica negativa)



Proteine: albumina (HSA)



Funzioni Ipotesi e Ruolo Biologico

Funzione proposta	Evidenze
Stabilizzazione del film lacrimale	Presenza costante e abbondante
Trasporto di molecole (es. farmaci, ormoni)	Nota funzione nel plasma, possibile anche nel film
Regolazione osmotica	Contribuisce all'equilibrio del film
Riserva proteica	Potenziale ruolo secondario



Conclusione

- L'albumina è una **proteina semplice ma abbondante** nel film lacrimale
- Il suo **ruolo esatto non è ancora completamente chiarito**, ma potrebbe contribuire alla **stabilità e funzionalità** del film lacrimale



Proteine surfattanti



Caratteristiche Molecolari

Proteina	Peso molecolare	Funzioni principali
SP-A	28–36 kDa	Riduce tensione superficiale, immunità innata
SP-D	43 kDa	Lega carboidrati/lipidi, azione antimicrobica
SP-B/C	idrofobiche	Stabilizzano l'interfaccia aria-lipidi (come nel polmone)



Ruolo Immunitario

- **SP-D**: lega patogeni (batteri, virus, funghi) tramite dominio lectinico (Ca^{2+} -dipendente)
- Attivi contro: *Pseudomonas aeruginosa*, *E. coli*, virus influenzali
- **SP-A e SP-D**: presenti in lacrime, superficie oculare, ghiandole lacrimali
- Coinvolti nella **risposta immunitaria innata** e nell'**attivazione dell'immunità**



Proteine surfattanti

Distribuzione Tissutale

• **Presenti** in:

- Ghiandole lacrimali (cellule acinari e dotti)
- Cellule epiteliali congiuntivali e colonnari
- Ghiandole sieromucose del dotto lacrimale

- **Assenti** nelle cellule di Goblet e nell'umore acqueo in condizioni fisiologiche

Ruolo in Patologie Oculari

• **Espressione aumentata** in:

- Cheratiti da herpes
- Ulcere corneali da *Staphylococcus aureus*
- Cheratocono

- **Difesa sinergica** con sIgA, mucine e peptidi antimicrobici contro infezioni e dacriocistite

Conclusione

- Le SP-A e SP-D sono **componenti chiave del sistema immunitario oculare**
- Le SP-B e SP-C, per la loro **idrofobicità**, potrebbero contribuire alla **stabilità del film lipidico** come avviene negli alveoli polmonari



Metaboliti nel Film Lacrimale

Origine e Presenza

- I metaboliti sono **prodotti del metabolismo cellulare** presenti accanto a:
 - Lipidi
 - Proteine e glicoproteine
 - Elettroliti
- Riflettono lo **stato fisiologico e patologico** della superficie oculare

Analisi e Limiti Tecnici

- Volume di lacrima prelevabile: **solo 5–10 µL**
- Concentrazioni molto basse → richiedono **strumentazione ad alta sensibilità**
- Solo con tecniche moderne (post-2010) è stato possibile identificare **~89 metaboliti** (fino al 2011)

Fattori che Limitano la Rilevazione

- Formazione di complessi con sali inorganici
- Concentrazioni inferiori al limite di rilevabilità
- Volatilità elevata (basso punto di ebollizione/sublimazione)



Metaboliti nel Film Lacrimale

Solubilità e Distribuzione

Solubili in acqua (fase acquosa)	Solubili in lipidi (fase lipidica)
Maggior parte dei metaboliti	Retinolo, colesterolo, squalene

Conclusione

- I metaboliti lacrimali sono **indicatori sensibili** dello stato oculare
- La loro analisi è ancora **in evoluzione**, ma promette **applicazioni diagnostiche** avanzate
- La **fase acquosa** è il principale compartimento di solubilizzazione

Sintesi finale

Struttura a tre strati:

-  Lipidico (Meibomio): riduce evaporazione, barriera protettiva
-  Acquoso (ghiandole lacrimali): idratazione, trasporto, difesa
-  Mucinico (cellule di Goblet): adesione, stabilità, idrofilicità

Composizione solida:

- 1,8 g/100 mL → 58% inorganico (elettroliti), 42% organico (lipidi, proteine, mucine, metaboliti)

Proteine principali:

-  Lisozima, lattoferrina, lipocalina → antibatteriche, stabilizzanti
-  sIgA → immunità mucosale continua
-  Albumina → stabilità osmotica
-  SP-A, SP-D → difesa innata, riduzione tensione superficiale

Fattori influenzanti:

- Età, patologie oculari, porto di lenti a contatto
- Variazioni di pH, osmolarità e stabilità (omeostasi) influenzano la salute oculare

Analisi dell'occhio secco

Dry Eye – ADDE/EDE

Luca Benzoni

Domanda per voi...

- Quanti hanno la sensazione di occhi secchi e stanchi davanti al pc?



Perché succede?

- Questo perché davanti al pc, essendo maggiormente concentrati il numero di ammiccamenti diminuisce.
- C'è differenza tra un portatile o un fisso?

Perché succede?

- Questo perché davanti al pc, essendo maggiormente concentrati il numero di ammiccamenti diminuisce.
- C'è differenza tra un portatile o un fisso?
- SI! L'apertura palpebrale quando guardiamo il monitor di un pc fisso è maggiore rispetto all'apertura palpebrale se guardiamo un portatile. Il che si traduce in una zona maggiore di secchezza

Occhio secco

- Sintomi:
 - Bruciore
 - Sensazione di corpo estraneo
 - Sensazione di calore
 - Visione fluttuante

Occhio secco

- Sintomi:

- Bruciore
- Sensazione di corpo estraneo
- Sensazione di calore
- Visione fluttuante

- Situazione paradossale

....”sa, ho spesso gli occhi che lacrimano”...

....”ho gli occhi bagnati”...

...”ho un eccesso di lacrima”...

Occhio secco

- Sintomi:

- Bruciore
- Sensazione di corpo estraneo
- Sensazione di calore
- Visione fluttuante

OCCHIO SECCO
OCCHIO ASCIUTTO!!!

- Situazione paradossale

....”sa, ho spesso gli occhi che lacrimano”...

....”ho gli occhi bagnati”...

...”ho un eccesso di lacrima”...

Come facciamo a capire?

- Mediante interferometria è possibile valutare lo spessore dello strato lipidico
- È possibile valutare la stabilità della lacrima contando gli ammiccamenti effettuati e mettendoli in relazione al tempo di rottura della lacrima
- È possibile valutare lo stato delle ghiandole di Meibomio

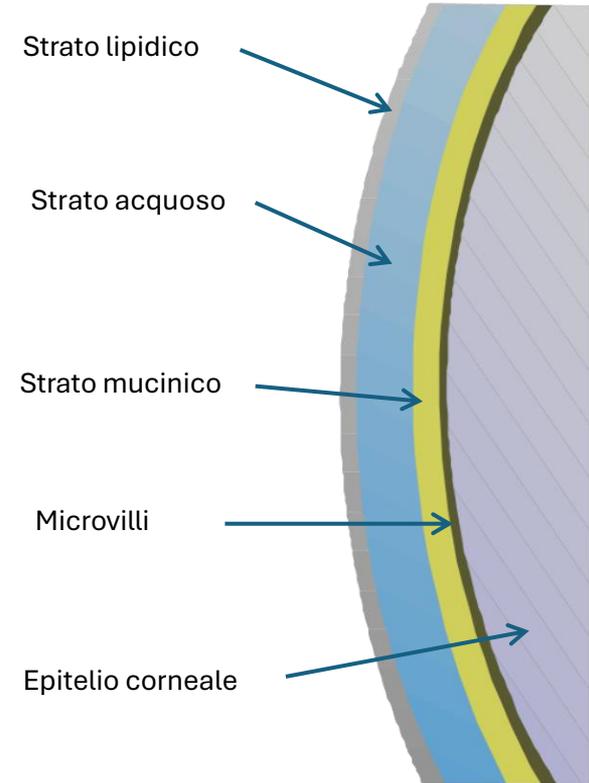
Analisi dell'occhio secco

Dry Eye

ADDE – Acqueous Deficient Dry Eye
(mancanza di parte acquosa)

EDE – Evaporative dry Eye
(eccessiva evaporazione)

Chi manca???



Definizione TFOS (Tear film & Ocular Surface)

L'occhio secco è un disordine della superficie oculare caratterizzato da una perdita di omeostasi del film lacrimale, accompagnata da sintomi oculari, in cui l'instabilità del film, iperosmolarità, danni di superficie, infiammazione e alterazioni neurosensoriali rivestono un ruolo eziologico

Raccomandazioni per la valutazione del TFSSO DEWS

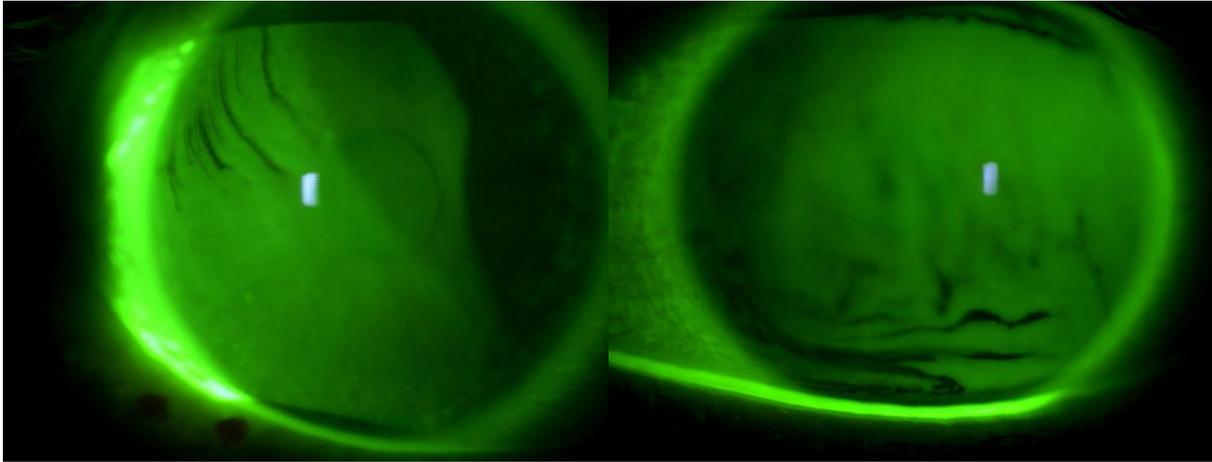
- Questionari sintomatologici
- Test lacrimali
 - Produzione
 - Stabilità
 - Distribuzione e rinnovamento
 - Riserva

Test per l'occhio secco



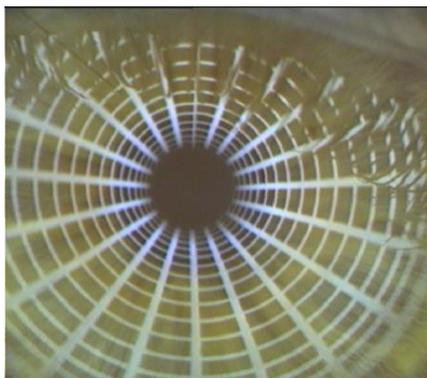
Stabilità del film lacrimale

- Tempo di rottura con fluoresceina (BUT)
- Tempo di rottura lacrimale non invasivo (NiBUT)



TEST LACRIMALI: Non Invasive Tear Break-Up Time (Ni-BUT)

- Il risultato del test esprime l'intervallo di tempo che intercorre tra l'ultimo ammiccamento e l'apparire della prima distorsione, definito tempo di assottigliamento della lacrima (TTT, con l'acronimo inglese Tear Thinning Time)



← Griglia regolare



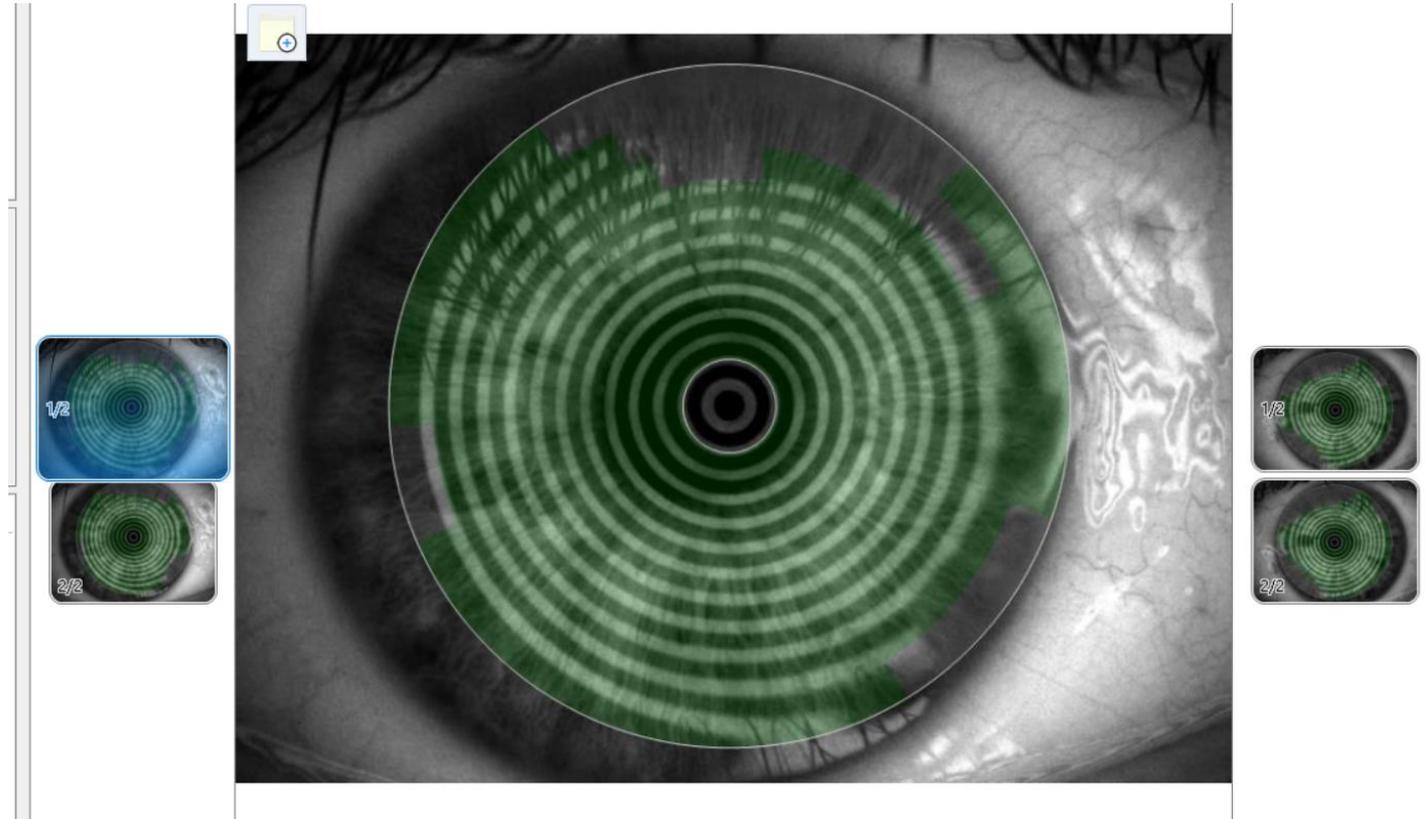
Griglia irregolare →



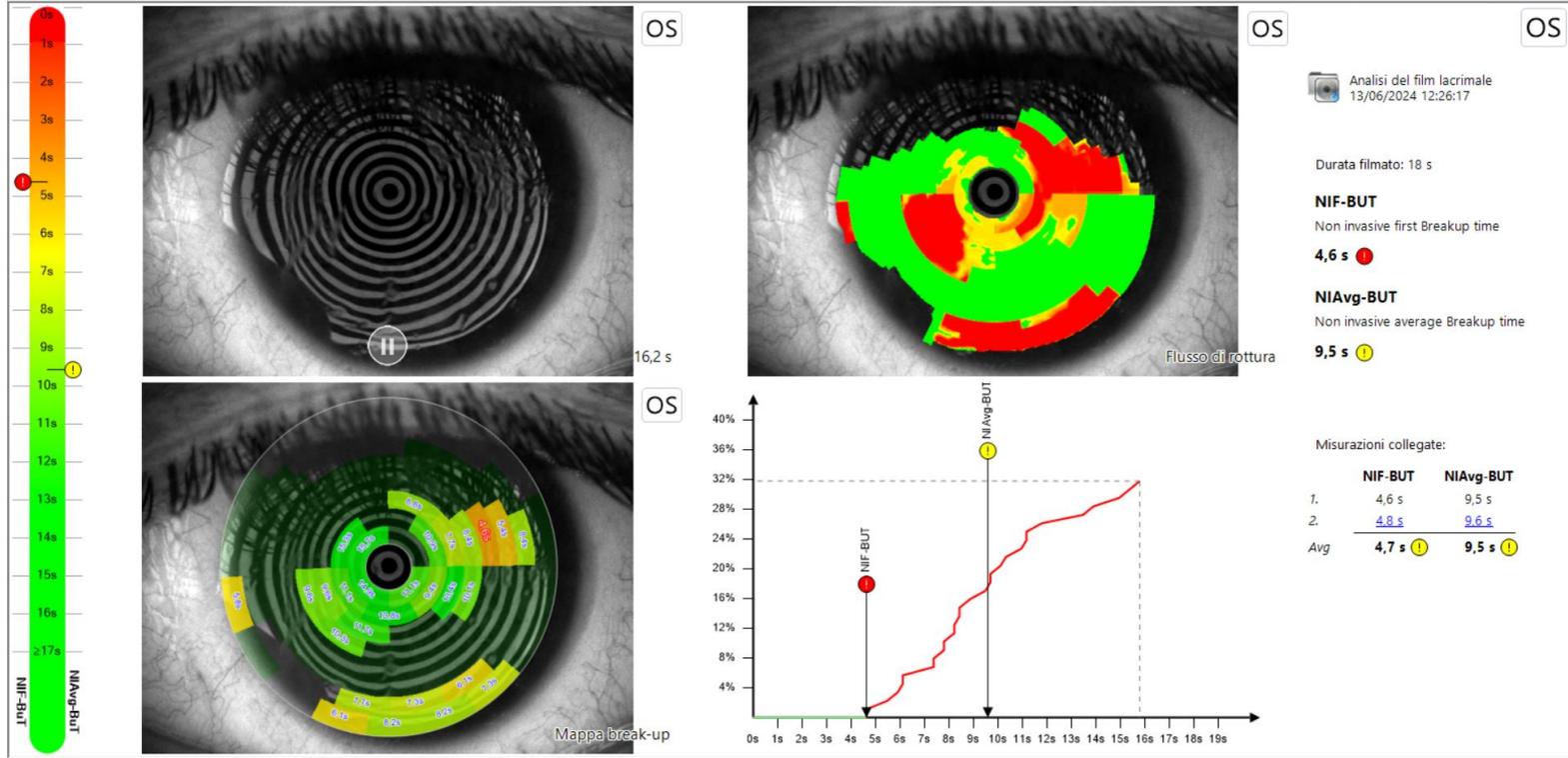
La distorsione delle linee della griglia rappresenta un assottigliamento locale

La discontinuità rappresenta una rottura nel film lacrimale

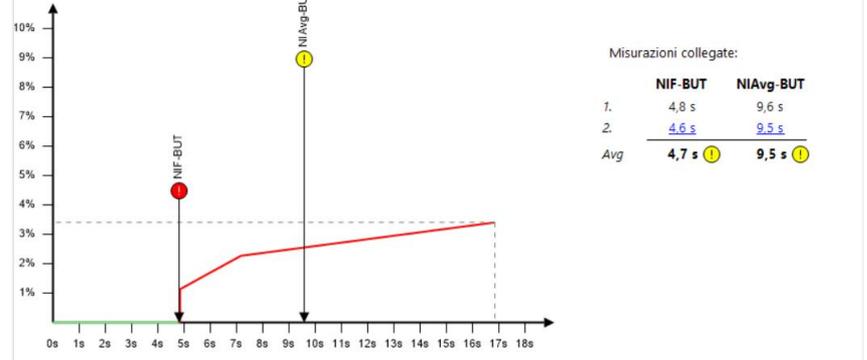
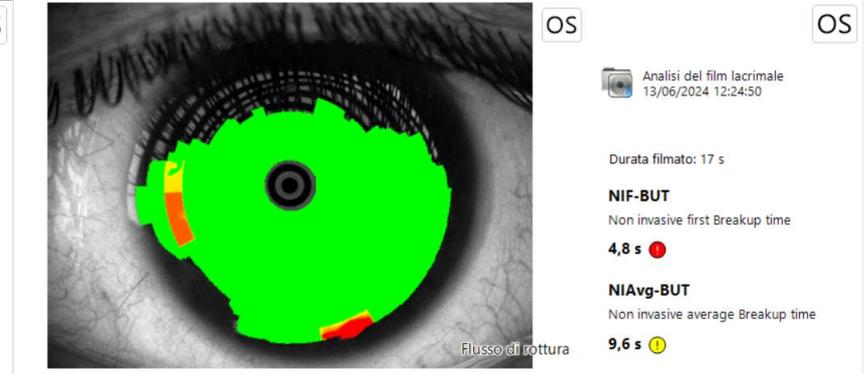
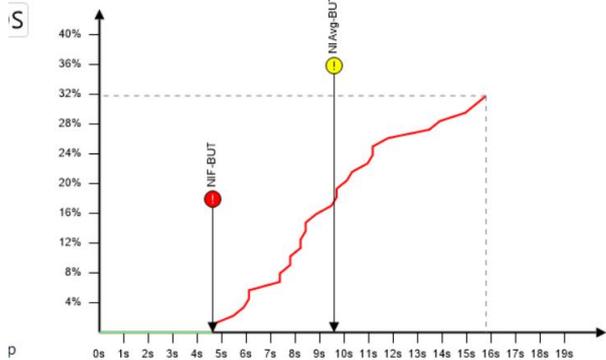
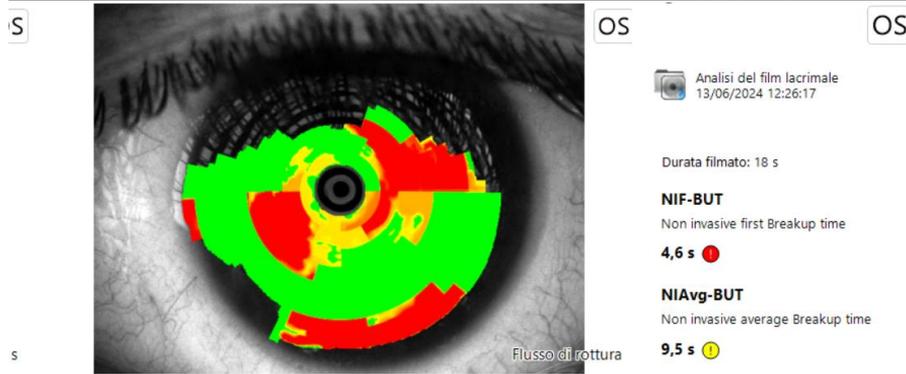
TEST LACRIMALI: Non Invasive Tear Break-Up Time (Ni-BUT)



TEST LACRIMALI: Non Invasive Tear Break-Up Time (Ni-BUT)

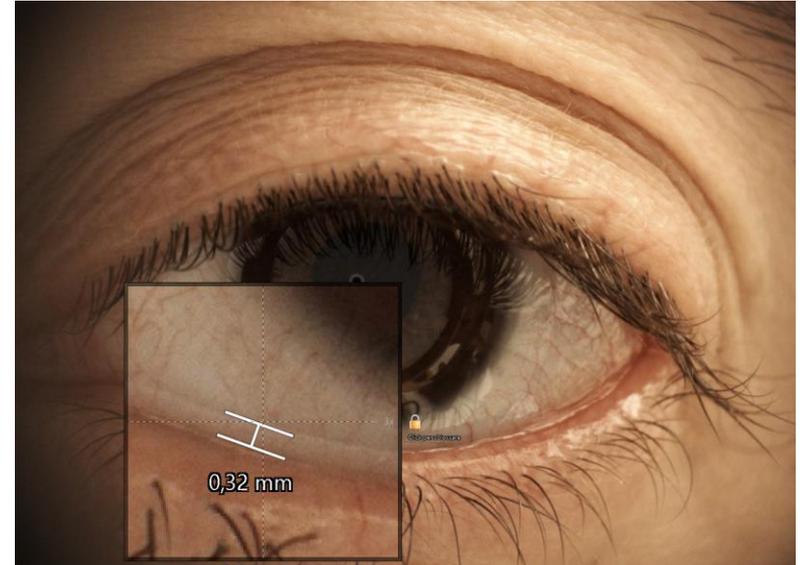
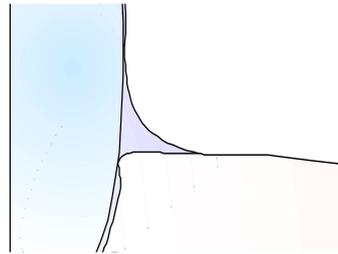
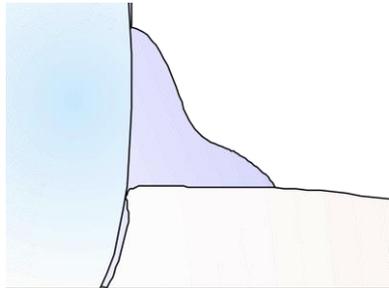


TEST LACRIMALI: Non Invasive Tear Break-Up Time (Ni-BUT)



Volume del film lacrimale

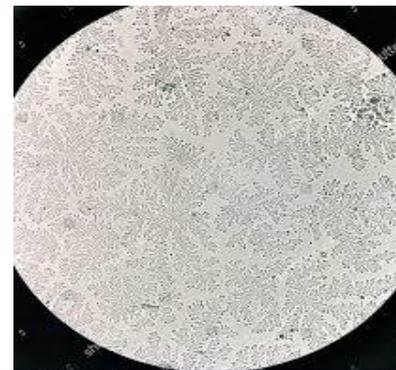
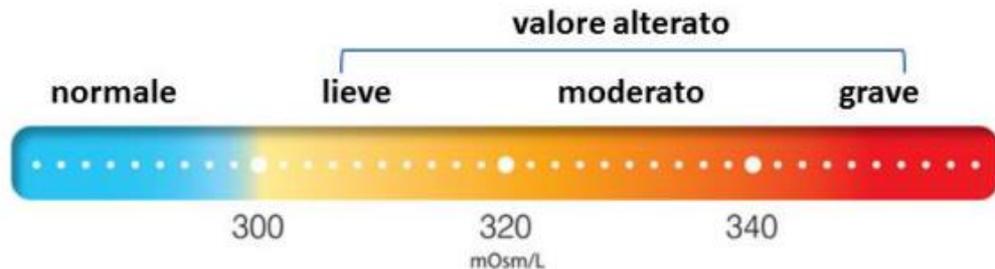
- Meniscometria (misura dell'altezza del menisco)
- Test del filo di rosso fenolo
- Shirmer test



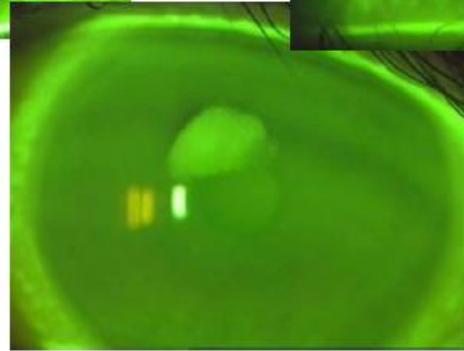
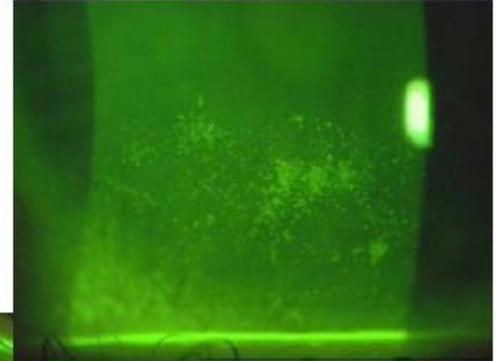
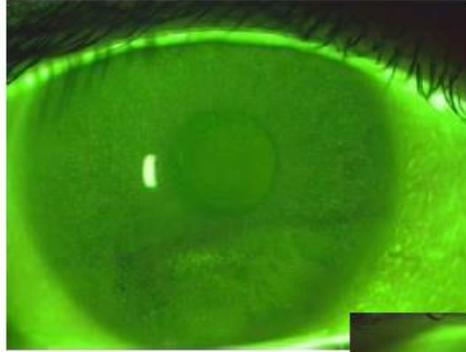
Composizione del film lacrimale

- Osmolarità lacrimale
- Ferning test

L'alterazione dell'osmolarità lacrimale è definita da valori elevati, superiori a 300 mOsm/L, che indicano una perdita di omeostasi



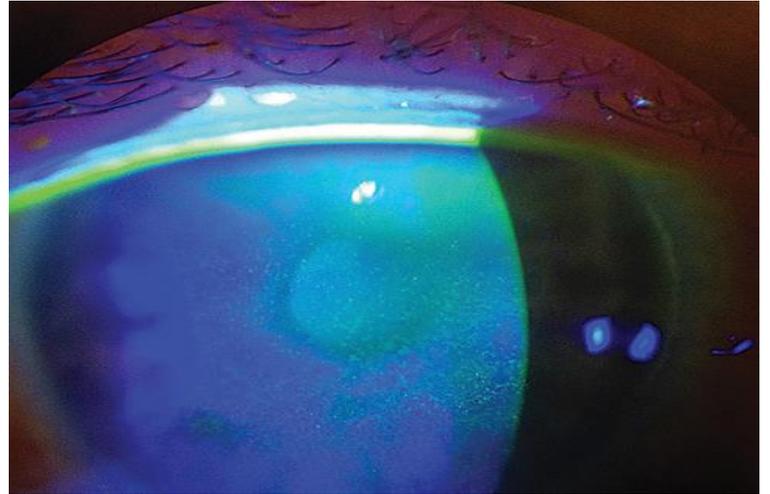
Danni della superficie oculare



- Colorazione superficiale (staining)
- Lid Parallel conjunctival folds
- Sensibilità della superficie oculare

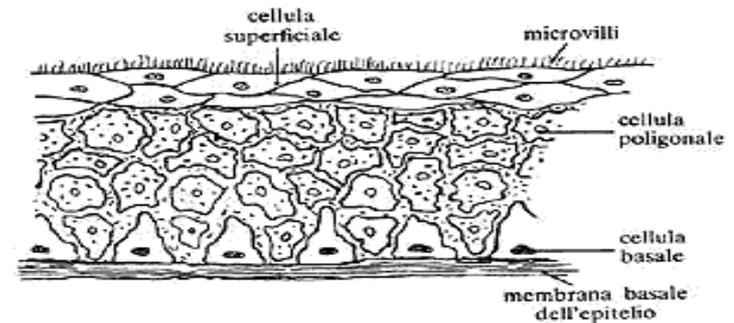
DED – Dry Eye Disease (cornea)

- Cambiamenti corneali dovuti all'occhio secco non solo lacrimali
 - Struttura cornea
 - Sensibilità corneale
 - Visione
 - ↑ Rischio infezione



DED – (cornea) - Epitelio

- Epitelio
 - Epitelio basale (prismatiche in contatto con la basale)
 - Cellule alate (5-6 strati estese in superficie)
 - Cellule Apicali (in contatto con il film lacrimale, microvilli 0,5 μm , glicocalice.
 - Giunzioni forti inter-cellulari



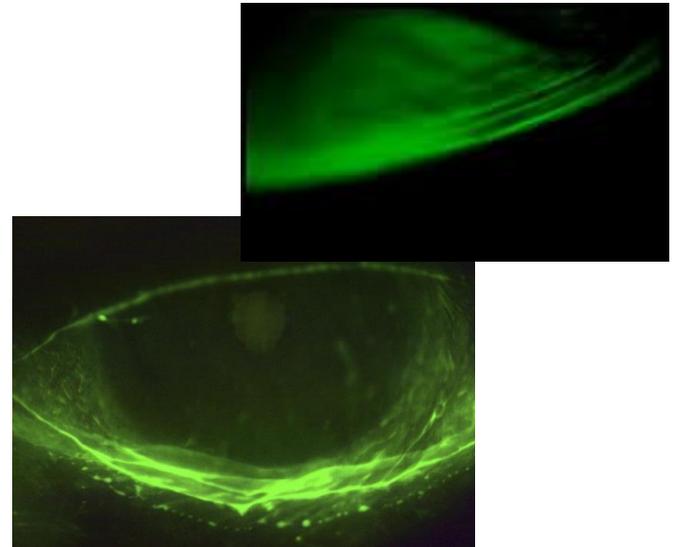
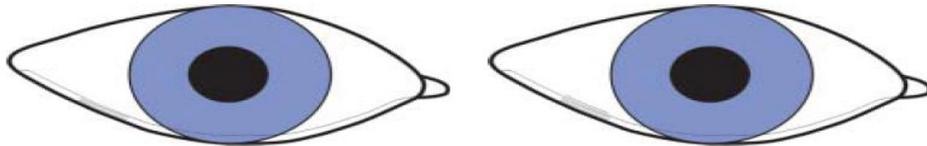
Esame delle palpebre

- Anteriore
- Posteriore
 - Lid wiper epitheliopathy (LWE)
 - Interferometria
 - Meibografia
 - Espressività delle ghiandole di Meibomio/apetto dei dotti
- Dinamica
 - Ammiccamento/chiusura palpebrale
 - Sensibilità palpebrale

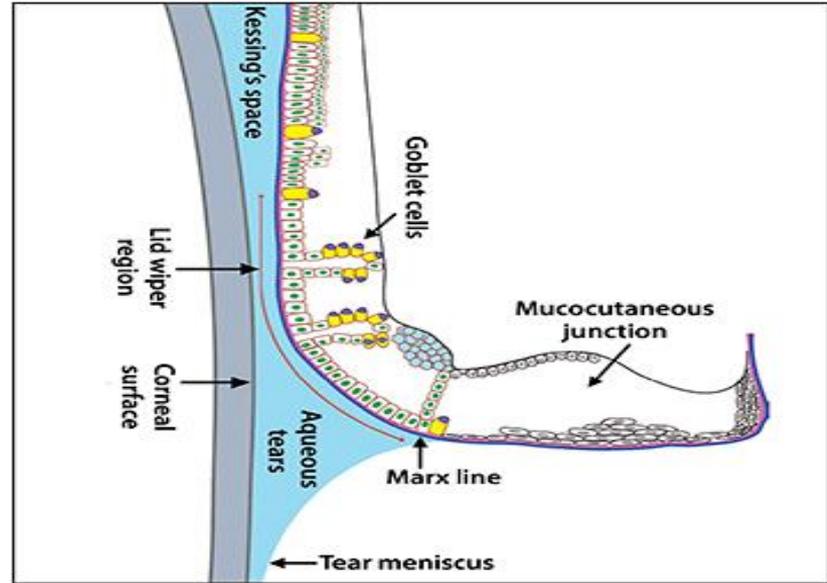
LIPCOF – Pieghe congiuntivali

L'esperienza clinica ha dato origine all'assunto che vi sia una relazione tra il grado di intensità della sindrome da occhio secco e la presenza o l'intensità delle Lid Parallel Conjunctival folds (LIPCOF)

La relazione è stata esaminata da Hoh, Schirra, Kenecker e Ruprecht e classificata secondo un sistema di grading



Lid Wiper



La “lid wiper” è definita come la porzione marginale della congiuntiva palpebrale superiore che “pulisce” la superficie oculare durante l’ammiccamento (Blinking Friction). Ampia circa 1 mm, tuttavia nella regione nasale e tempore più spessa. Cellule cubiche intervallate da goblet cells → film mucinico

Aspetto del film lipidico



Aspetto del film lipidico



MGD – disfunzione delle ghiandole di meibomio

- **Classico e ovvio MGD**
- Ipersecrezione (seborroica)
- Infiammatoria
- Infettiva
- Blefarite diffusa

- **Normale**
- Normale (gh. aperte)

- **Ostruttiva**
- Secrezione delle ghiandole di Meibomio assente/ridotta dovuta ad ostruzione dei dotti/orifizi ghiandolari, generalmente da tappi epiteliali cheratinizzati



MGD – disfunzione delle ghiandole di meibomio

Patofisiologia della MGD ostruttiva

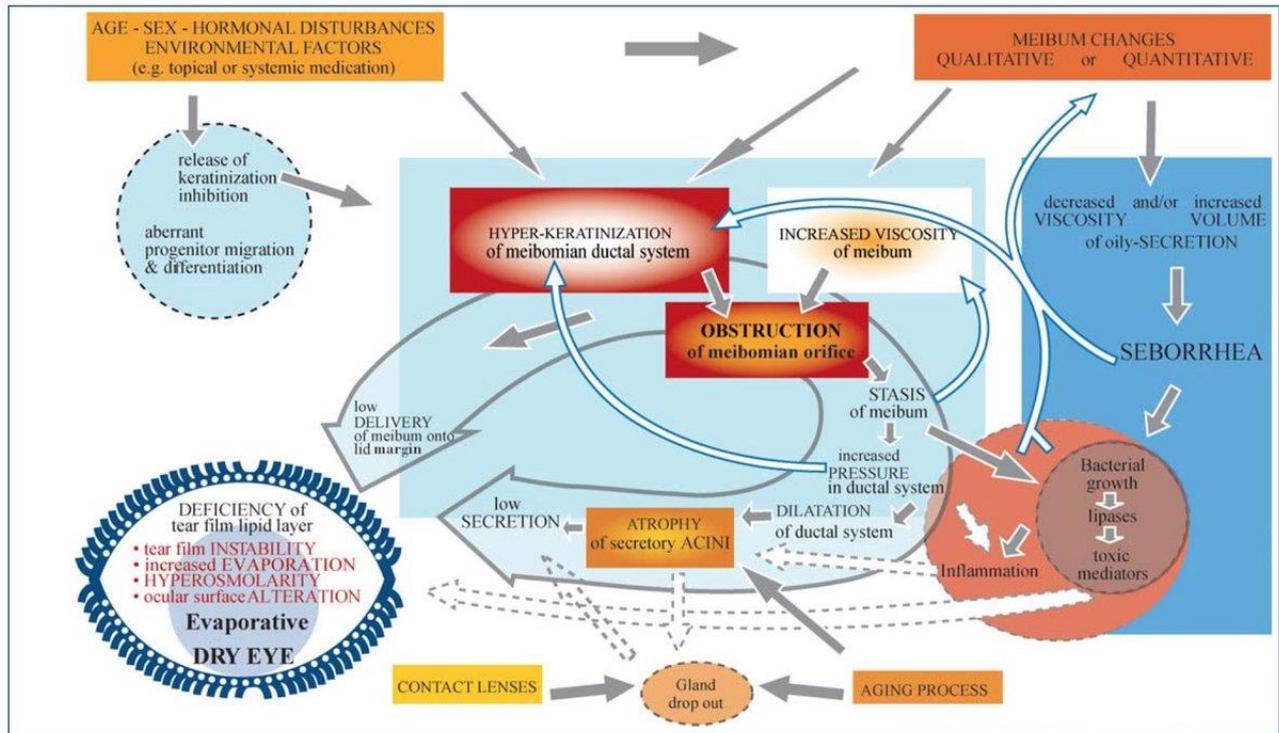


Figure 2. Pathophysiology of obstructive MGD

MGD – disfunzione delle ghiandole di meibomio



Acquisizione fotografica con “luce” infrarossa

MGD – disfunzione delle ghiandole di meibomio

Meiboscala
Area di perdita **62,8%**

Grado 0 ~0%
Grado 1 ≤25%
Grado 2 26%-50%
Grado 3 51%-75%
Grado 4 >75%

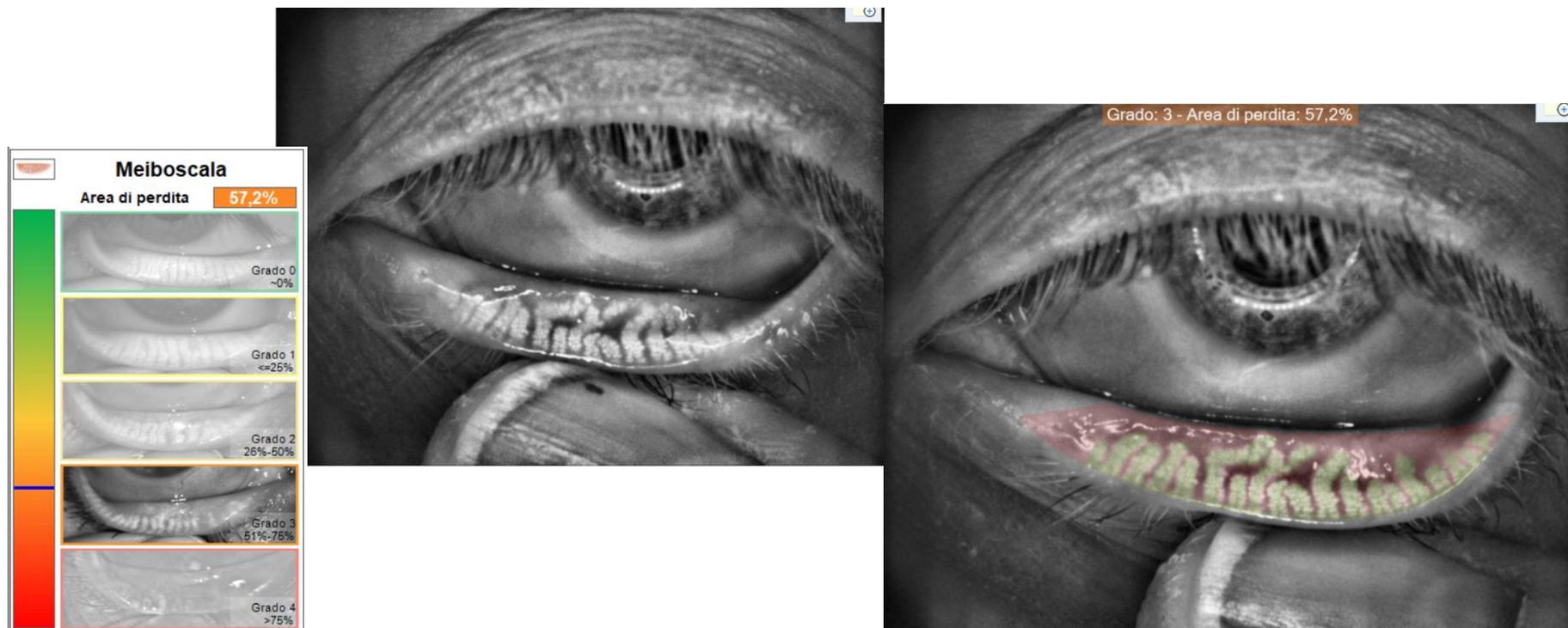
Riduci

Nascondi guida

Step 1 Step 2 Step 3 **Step 4**

Traccia le ghiandole mantenendo premuto il pulsante sinistro del mouse.

MGD – disfunzione delle ghiandole di meibomio

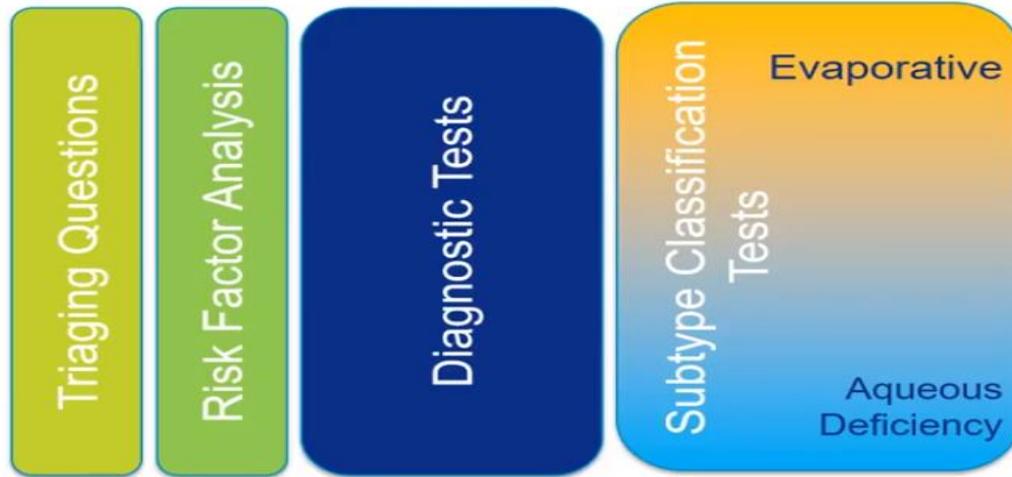


MGD – disfunzione delle ghiandole di meibomio

- Pulizia della palpebre
- Impacchi caldi
- Maschere riscaldanti
- Lacrime ad azione liposomiale
- Osservazione della rima palpebrale



Analisi dell'occhio secco



Domande di triage

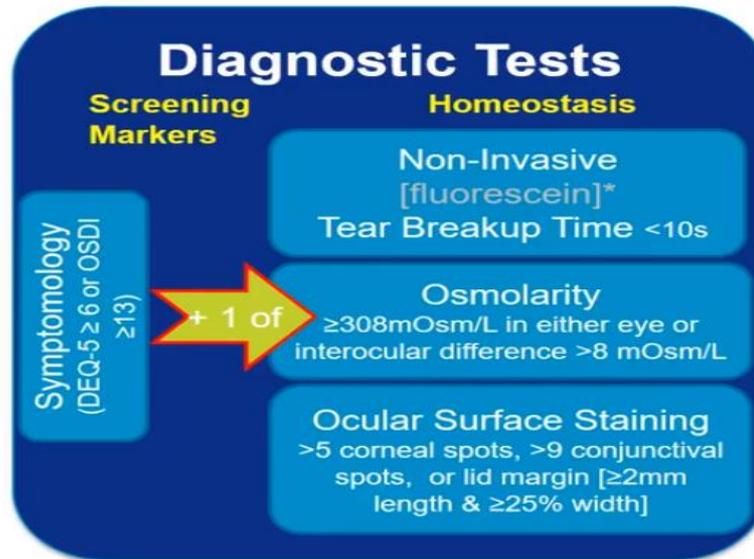
- Quanto è severo il discomfort oculare?
- Hai secchezza in bocca o ghiandole ingrossate?
- Da quanto durano i sintomi; c'è stato un evento scatenante?
- La visione è instabile e migliora all'ammiccamento?
- I sintomi o il rossore oculare sono maggiori in un occhio?
- Gli occhi prudono, sono rigonfi o c'è secrezione?
- Porti lenti a contatto?
- Hai ricevuto diagnosi di condizioni di salute generale (comprese infezioni respiratorie) o assumi farmaci?

Fattori di rischio

	Consistent*	Probable +	Inconclusive #
Non-modifiable	<p>Aging</p> <p>Female sex</p> <p>Asian race</p> <p>Meibomian gland dysfunction</p> <p>Connective tissue diseases</p> <p>Sjögren Syndrome</p>	<p>Diabetes</p> <p>Rosacea</p> <p>Viral infection</p> <p>Thyroid disease</p> <p>Psychiatric conditions</p> <p>Pterygium</p>	<p>Hispanic ethnicity</p> <p>Menopause</p> <p>Acne</p> <p>Sarcoidosis</p>
Modifiable	<p>Androgen deficiency</p> <p>Computer use</p> <p>Contact lens wear</p> <p>Hormone replacement therapy</p> <p>Hematopoietic stem cell transplantation</p> <p>Environment: pollution, low humidity, sick building syndrome</p> <p>Medications: antihistamines, antidepressants, anxiolytics, isotretinoin</p>	<p>Low fatty acids intake</p> <p>Refractive surgery</p> <p>Allergic conjunctivitis</p> <p>Medications: anticholinergic, diuretics, beta-blockers</p>	<p>Smoking</p> <p>Alcohol</p> <p>Pregnancy</p> <p>Demodex infestation</p> <p>Botulinum toxin injection</p> <p>Medications: multivitamins, oral contraceptives</p>

Test diagnostici di screening

Test per verifica dei sintomi oculari



Questionari

DEQ 5

1. Questions about EYE DISCOMFORT:

a. During a typical day in the past month, how often did your eyes feel discomfort?

0 Never
 1 Rarely
 2 Sometimes
 3 Frequently
 4 Constantly

b. When your eyes felt discomfort, how intense was this feeling of discomfort at the end of the day, within two hours of going to bed?

Never have it Not at all intense Very intense
 0 1 2 3 4 5

2. Questions about EYE DRYNESS:

a. During a typical day in the past month, how often did your eyes feel dry?

0 Never
 1 Rarely
 2 Sometimes
 3 Frequently
 4 Constantly

b. When your eyes felt dry, how intense was this feeling of dryness at the end of the day, within two hours of going to bed?

Never have it Not at all intense Very intense
 0 1 2 3 4 5

3. Question about WATERY EYES:

During a typical day in the past month, how often did your eyes look or feel excessively watery?

0 Never
 1 Rarely
 2 Sometimes
 3 Frequently
 4 Constantly

Score: 1a + 1b + 2a + 2b + 3 = Total
 _____ + _____ + _____ + _____ + _____ = _____

DEQ-5>6

OCULAR SURFACE DISEASE INDEX®

Please answer the following questions by checking the box that best represents your answer.

Have you experienced any of the following during the last week:

	All of the time	Most of the time	Half of the time	Some of the time	None of the time
1. Eyes that are sensitive to light?	<input type="checkbox"/>				
2. Eyes that feel gritty?	<input type="checkbox"/>				
3. Painful or sore eyes?	<input type="checkbox"/>				
4. Blurred vision?	<input type="checkbox"/>				
5. Poor vision?	<input type="checkbox"/>				

Have problems with your eyes limited you in performing any of the following during the last week:

	All of the time	Most of the time	Half of the time	Some of the time	None of the time	N/A
6. Reading?	<input type="checkbox"/>					
7. Driving at night?	<input type="checkbox"/>					
8. Working with a computer or bank machine (ATM)?	<input type="checkbox"/>					
9. Watching TV?	<input type="checkbox"/>					

Have your eyes felt uncomfortable in any of the following situations during the last week:

	All of the time	Most of the time	Half of the time	Some of the time	None of the time	N/A
10. Windy conditions?	<input type="checkbox"/>					
11. Places or areas with low humidity (very dry)?	<input type="checkbox"/>					
12. Areas that are air conditioned?	<input type="checkbox"/>					

Scoring Instructions

Item scoring

The total OSDI score is calculated based on the following formula:

$$OSDI = \frac{\text{(sum of severity for all questions answered)} \times (100)}{\text{(total \# of questions answered)} \times (4)}$$

where the severity was graded on a scale of

- 0 = none of the time,
- 1 = some of the time,
- 2 = half of the time,
- 3 = most of the time,
- 4 = all of the time.

Interpretation

A score of 100 corresponds to complete disability (a response of "all of the time" to all questions answered), while a score of 0 corresponds to no disability (a response of "none of the time" to all questions answered). Therefore, change from baseline of -12.5 corresponds to an improvement by at least one category in half of the questions answered.

Subscale Scoring

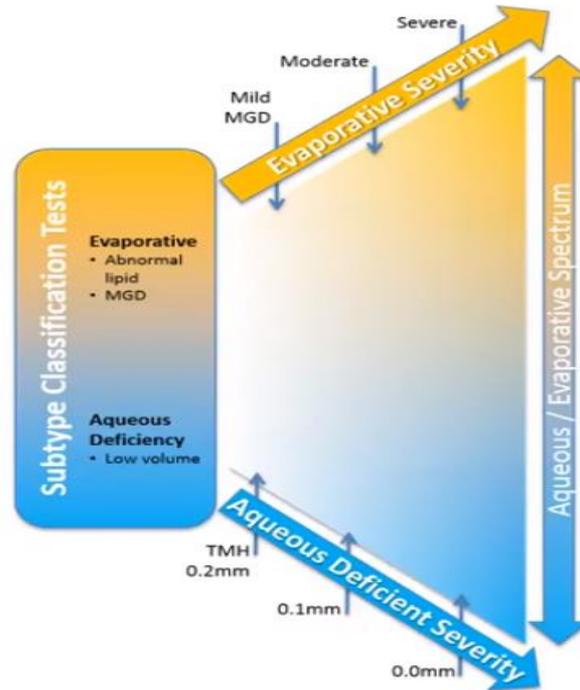
Subscales scores are computed similarly with only the questions from each subscale used to generate its own score. Therefore, any subscales analyzed separately would also have a maximum possible score of 100.

The three subscales (vision-related function, ocular symptoms and environmental triggers) are broken out as follows:

Subscale	Questions
Vision-Related Function	4, 5, 6, 7, 8, 9
Ocular Symptoms	1, 2, 3
Environmental Triggers	10, 11, 12

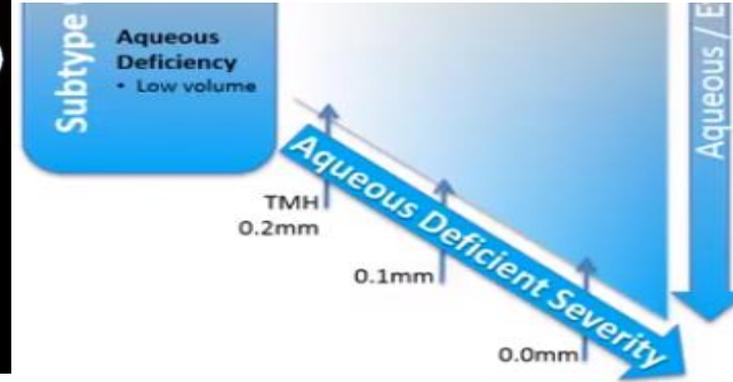
OSDI>13

Classificazione sub-tipologia



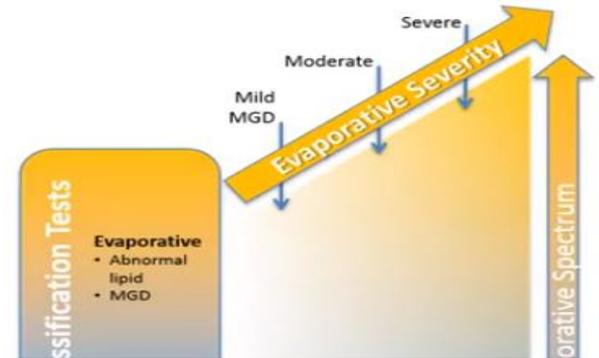
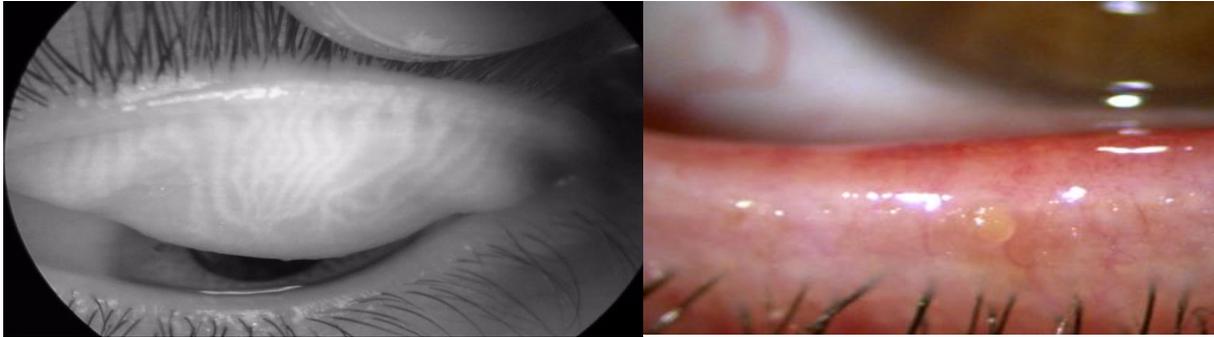
ADDE aqueous deficient dry eye

- Test per il volume lacrimale
 - Altezza del menisco lacrimale
 - Schirmer test
 - Test del filo di roso fenolo

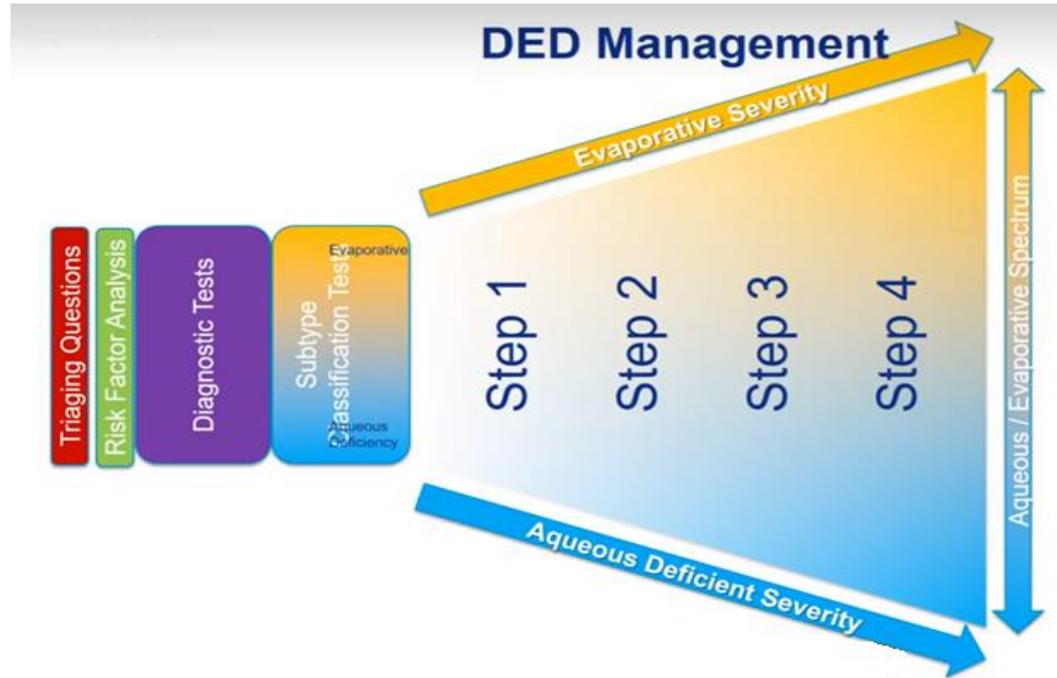


EDE evaporative dry eye

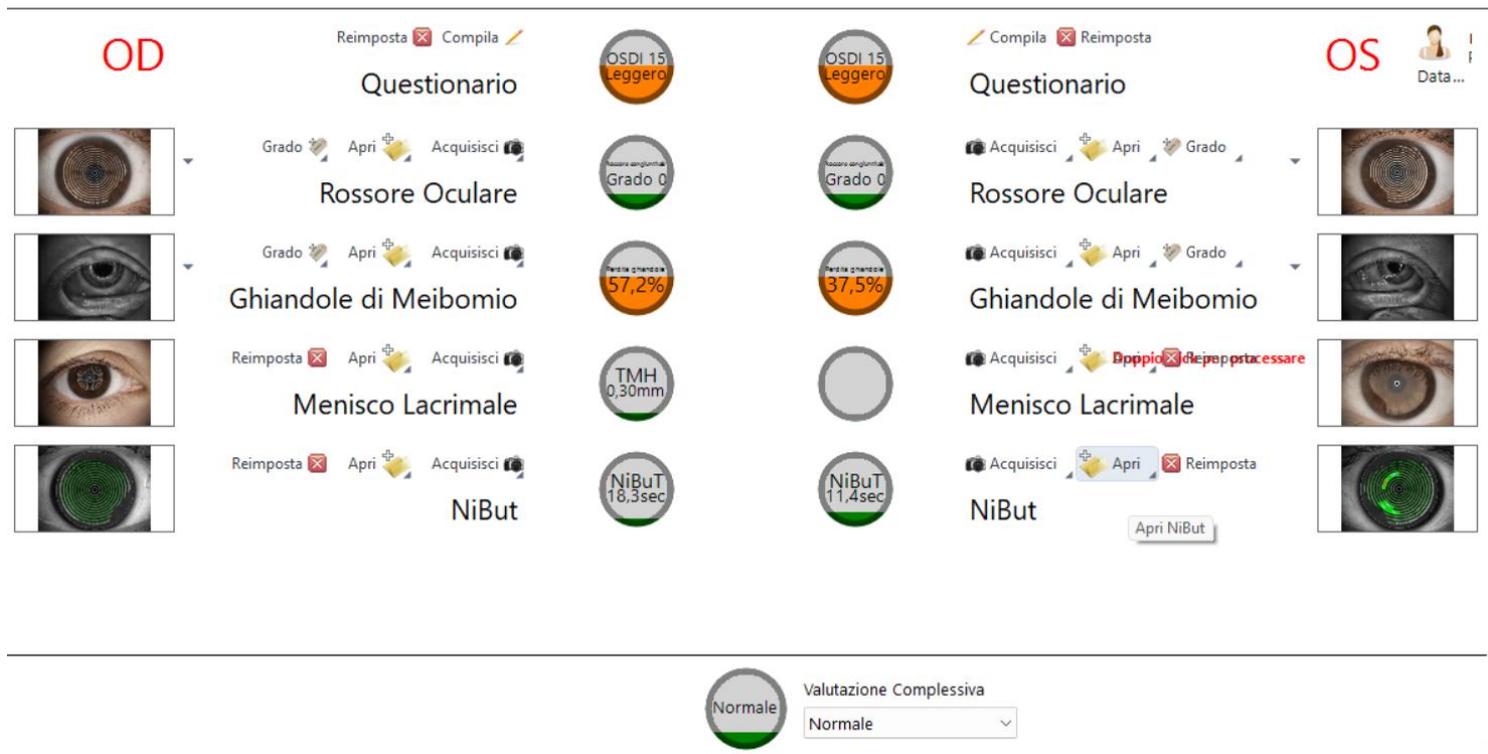
- Valutazione delle ghiandole di meibomio
 - Espressività e aspetto del secreto
 - Meibografia
 - Interferometria
- Ammiccamento e chiusura palpebrale
- Cheratinizzazione del margine palpebrale



Conclusione



Dry eye report



इ.स. १९७०-७१ में डॉ. ए. ए. कर्वे ने 'लिकविज' नामक एक प्रकार का कृत्रिम आँसु तैयार किया। यह आँसु आँसु के घटकों को ध्यान में रखकर तैयार किया गया था।

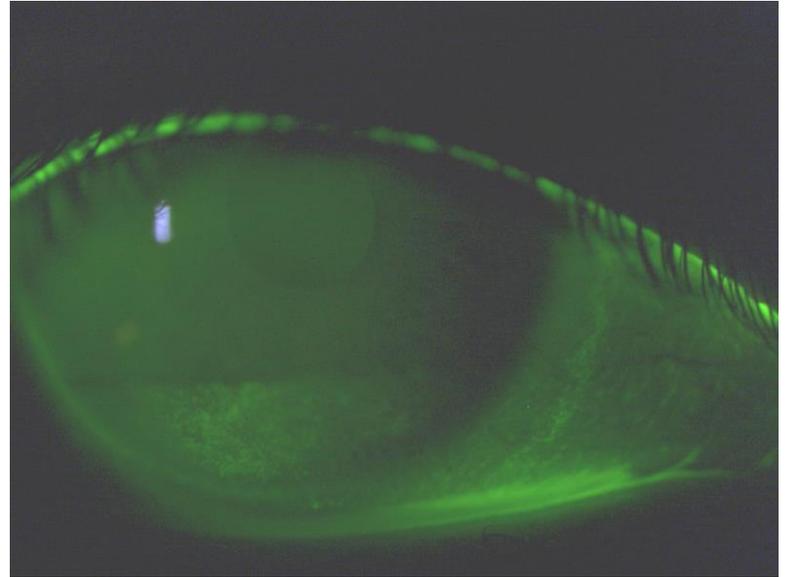
Lacrime artificiali ad azione lipomimetica: preparati contenenti fosfolipidi (in soluzione o a spruzzo)

Lacrime artificiali ad azione correttiva: soluzioni ipotoniche (120-270 mOsm)

Lacrime artificiali ad azione correttivo stabilizzante: lanolina, paraffina liquida (uso notturno)

Cause di instabilità

- Ammiccamento incompleto
- Disfunzioni palpebrali
- Clima secco
- Uso prolungato di schermi digitali
- Lenti a contatto non corrette



Lenti a contatto e film lacrimale

Marta Farioli

Cosa posso compensare con lenti a contatto?

- Miopia – ipermetropia: lenti sferiche
- Astigmatismo: lenti toriche
- Presbiopia: lenti multifocali

- E le varie combinazioni...

Tipi di lenti a contatto

- Morbide giornaliere (..usa e getta)
- Morbide quindicinali e mensili
- Morbide di costruzione (3-6-12 mesi)
- Lenti Rigide Gas Permeabili

Lenti morbide

- Alta idrofilia: rischio disidratazione
 - Comfort iniziale elevato
 - Dipende dal film lacrimale per mantenere la sua idratazione
- Lenti silicone idrogel
 - Basso contenuto idrico
 - Minor disidratazione
 - Maggior passaggio di ossigeno



Lenti morbide

	Idrogel	Silicone idrogel
Vantaggi	Alto contenuto idrico Basso modulo di rigidità Minor attrito Non lega con i lipidi	Elevata ossigenazione Non lega con le proteine Porto esteso
Svantaggi	Materiali ionici legano con le proteine Contenuto idrico variabile Minor apporto di ossigeno	Basso contenuto idrico Elevato modulo rigidità Staining Bordo Affine ai lipidi

Idea comune...

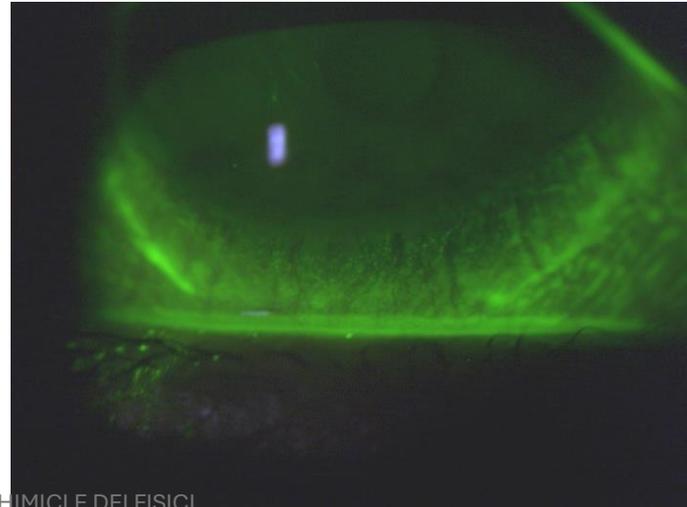
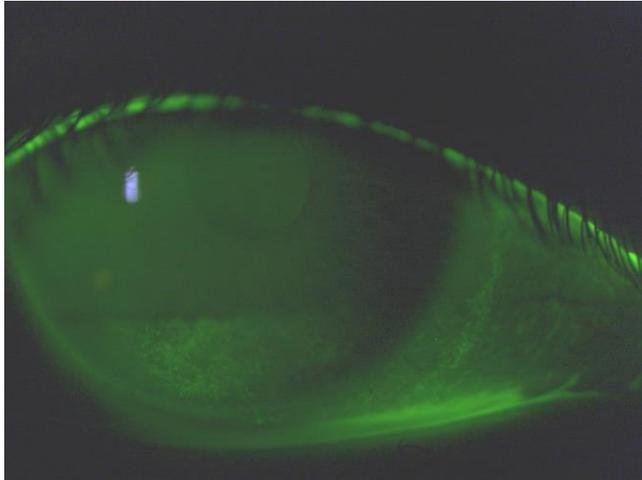
- «ho gli occhi molto secchi ho bisogno di una lente bella bagnata»

Idea comune...

- «ho gli occhi molto secchi ho bisogno di una lente bella bagnata»
- NO! Se ha un maggior contenuto idrico servirà un volume maggiore di film lacrimale per rimanere idratata

Problematiche

- Se ho un ammiccamento incompleto una lente con un maggior contenuto idrico potrebbe disidratarsi nella parte inferiore creando discomfort



Problematiche

- Al contrario se ho una lente in silicone idrogel potrei avere un maggior sfregamento della lente sulla superficie corneale creando discomfort e ridotta tollerabilità



LWE

Lenti RGP

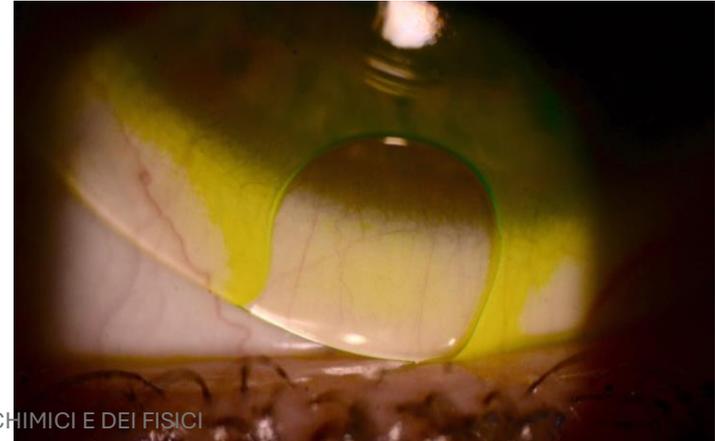
- Minor superficie di contatto
- Minor rischio di evaporazione
- Adattamento iniziale più difficile



Fattori che influenzano la stabilità delle lenti

- Tipo di materiale
- Geometria
- Spessore e diametro
- Compatibilità lente-film lacrimale

Mid-Peripheral Design	Low Pressure	High Pressure
Edge Design		
Knife		



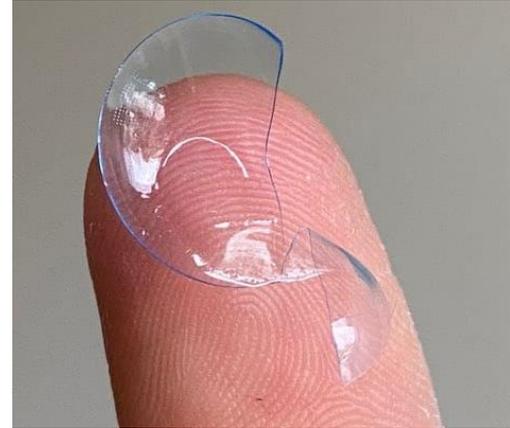
Rossore oculare

- Distinguere il rossore oculare
- Localizzazione (congiuntivale/limbare)
- Estensione
- Presenza di sintomatologia
- Durata/comparsa
- Momento di insorgenza
- Presenza di alterazioni visive



Problematiche connesse

- Secchezza oculare
- Sensazione di corpo estraneo
- Discomfort serale
- Disidratazione della lente



Cosa succede se..

- Se la lente disidratata:
 - Riduzione comfort e visione alterata
 - Possibile alterazione della geometria della lente

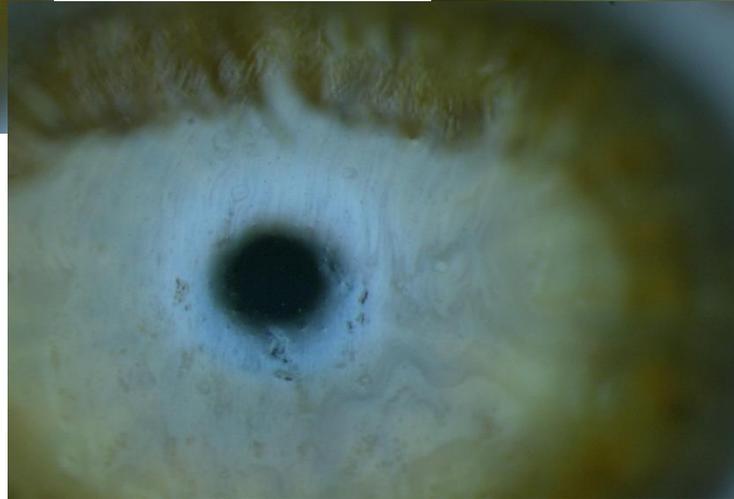


PLTF – pre-lens tear film



Comfilcon A 48%

Hioxifilcon A 59%



Omafilcon A 62%

Rischi e come gestirla

- Maggior rischio di sindrome da occhio secco in ambienti climatizzati o al PC
- Gestione: pause, lacrime artificiali (idonee per la problematica), eventuale cambio lente

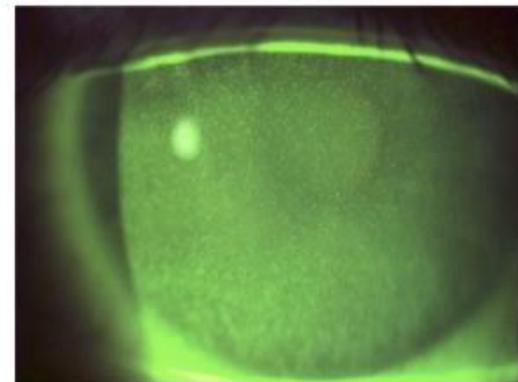


Soggetti

- Chi ne risente di più?
 - Over 40
 - Donne (ormoni?)
 - Farmaci

Altri fattori che possono peggiorare la sintomatologia

- Tempo di utilizzo della lente:
 - Lente giornaliera VS lente usa e getta
 - Lente mensile : 30 giorni (apertura o utilizzo?)
- Soluzioni conservanti:
 - Ogni lente e soprattutto ogni film lacrimale è diverso dall'altro. La soluzione conservante che va bene per Pinco Pallo non va bene per Panco Pillo.



Altri fattori

- La compliance del portatore è fondamentale!!!!
 - Seguire le istruzioni
- Percorso di scelta della lente guidato
 - No fai da te....



Discomfort e lenti a contatto

Le lenti a contatto mi danno fastidio...

Azioni

Apprendere una definizione della condizione aggiornata

Riconoscere i segni e individuare le cause

Sviluppare una soluzione

Intraprendere una collaborazione sinergica con l'oftalmologo

Risultato

eliminare il problema

Definizione

- Il discomfort indotto da lenti a contatto (CLD) è una **condizione** caratterizzata da sintomatologia oculare avversa, episodica o cronica, associata all'utilizzo di lenti a contatto (LAC) che può essere associata o meno ad alterazioni della visione. Questi sintomi producono una ridotta compatibilità tra la superficie oculare e la lente stessa che indurrà una riduzione del tempo di porto o la sospensione parziale o totale dell'utilizzo di LAC

**E' l'insieme delle manifestazioni: segni e sintomi,
con le quali uno stato di salute alterato si presenta**

Lenti sferiche

- Le lenti più semplici

MA

se ho un potere maggiore delle 4,00 D occorre ricalcolare il potere

Se non lo faccio metto in azione un meccanismo chiamato accomodazione....

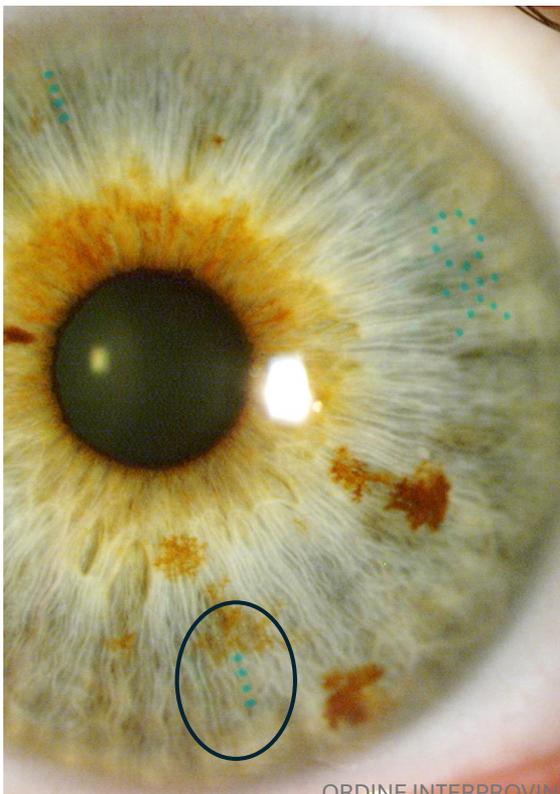
Lenti a contatto toriche

- Diverse tipologie
- Non esistono tutti i poteri cilindrici
- Assi di astigmatismo non sempre presenti sulle giornaliere
- La stessa persona, stesso potere, lenti diverse. Con una coppia vede meglio rispetto all'altra. Perché?

Lenti a contatto toriche

- Diverse tipologie
- Non esistono tutti i poteri cilindrici
- Assi di astigmatismo non sempre presenti sulle giornaliere
- La stessa persona, stesso potere, lenti diverse. Con una coppia vede meglio rispetto all'altra. Perché?
 - Perché le lenti toriche hanno un sistema di stabilizzazione che cambia per ogni ditta. Non è detto che entrambe si posizionino in modo corretto

Esempio



Lenti a contatto multifocali

- Persone presbiti
- Visione da lontano e vicino
- Dinamiche: non ho restrizione di campo visivo
- Non devo muovere la testa per vedere.

Lenti a contatto multifocali

- Contro:
 - Periodo di adattamento
 - Difficoltà nella visione crepuscolare o a basse illuminazioni

Lenti multifocali toriche

- Si esistono!
- Lenti prettamente di costruzione
- Possono compensare difetti visivi come miopia-ipermetropia, astigmatismo e presbiopia

Lenti a contatto a supporto accomodativo

- Lenti per giovani presbiteri che necessitano di un aiuto lieve da vicino
- Meno immagine fantasma iniziale
- Minor problemi con luce crepuscolare

Lenti per la progressione miopica

- Lenti a contatto per rallentare la progressione miopica
- Adatta a giovani miopi
- Da unire ad un utilizzo di lenti oftalmiche per la progressione miopica per aumentarne l'efficacia

Lenti ortocheratologia

- Lenti RGP ad uso notturno
- Per miopi, ipermetropi, lievi astigmatismi e presbiopia
- Occorre una valutazione topografica per identificarne la fattibilità
- Controlli più ravvicinati
 - Al risveglio dopo la prima notte, dopo 3/7/14 giorni, 1-3-6-12 mesi
- Non necessita dell'utilizzo della lente a contatto di giorno

Pro lenti a contatto...

- Maggior campo visivo
- Minor movimento della testa
- Miopi elevati: oggetti più grandi
- Posso compensare difetti visivi molto differenti tra loro (>3D)
- Problematiche accomodative posso fare cambi più veloci con lenti a contatto

...Contro

- Ipermetropi elevati: oggetti più piccoli
- Compliance del portatore
- Utilizzo corretto (tempo di porto, durata della lente)

Voi avete spesso gli occhi secchi?

- Ho spesso gli occhi secchi con le lenti...
 - Utilizzo lacrima artificiale?
 - Quale lacrima utilizzo?
 - Non tutte le lacrime sono uguali, così come le lacrime artificiali

Grazie per l'attenzione