

MGD検査報告フォーマット

検査名 蒸発量（涙液蒸発率測定）
記入者氏名 後藤 英樹
検査の目的 涙液蒸発の評価

検査法

涙液蒸発率計にて計測
原理により3つの方法に分けられる（下記に記す）。

検査に必要な物 涙液蒸発率計

これまでの報告の結果

これまで蒸発量に関してMGDを対象とした報告は

- 1) Mathersのグループ
- 2) Tsubota, Shimazakiのグループ(TEROS)
- 3) Goto, Tsubotaのグループからのものである

結果としては各グループともに正常者に対してMGDでは涙液蒸発量の亢進をみている。（2、3のグループの発表ではATD dry eyeは正常者に対して低値を示しているが、1のグループでは高値を示しており、計測方法により結果が大きく左右されるものと思われる。）

対象MGDの各報告におけるinclusion criteriaを下に挙げる。

1) MGD with blepharitis included those patients with meibomian gland drop out and normal tear production. Thickened secretion (分泌のあるものをMGDにincludeしている) with meibomian gland expression as evidence of MGD.

2) Loss of the visible structure of the meibomian glands (gland dropout) was considered evidence of the presence of MGD since this finding reportedly is a good parameter for MGD-associated ocular surface changes. (分泌のあるものをMGDにincludeしている)

3) 非炎症性閉塞性MGD(分泌のあるものをMGDにincludeしている)、シルマー値正常。マイボグラフィースコア、マイボーム腺開口部閉塞スコアはShimazakiのものを使用。

The patients with obstructive MGD had normal Schirmer test results (21.7 ± 10.5 mm), with vital staining of the corneas or conjunctivas with fluorescein (0.06 ± 0.4) and rose bengal (0.3 ± 0.8), and a short BUT (4.6 ± 3.1 second). The meibography score was 1.2 ± 0.4 , and the meibomian orifice obstruction score was 2.2 ± 0.4 in the obstructive MGD group. No infection.

検査の variation	Principles	単位	chamber
---------------	------------	----	---------

	NL	Dry eye (ATD)	Dry eye (PO)	MGD	MGD+ATD	SS(+MGD)
Hamano et al ₁	26.9	15.2 ↓				
Rolando et al _{2,3}	4.07 ± 0.40	7.87 ± 2.80 ↑				
Mathers et al ⁴	14.7 ± 6.4	8.03 ± 2.84 ↑				
	¶	¶				
Mathers ⁵	12.1 ± 5.5	47.6 ± 20.1 ↑				
	¶	¶				
Mathers ⁵	14.8 ± 6			49.9 ± 21 ↑	59.1 ± 28 ↑	
	¶			¶	¶	
Tsubota and Yamada ⁶	8.3 ± 1.9	4.6 ± 2.9 ↓				
	(15.6 ± 3.8*)	(9.5 ± 5.6*)	18.2 ± 4.8* ↑			
Shimazaki et al ⁶	¶	¶	¶			
				18.4 ± 1.4* ↑		
Shimazaki et al ⁸						
		12.5 ± 5* ↓				20 ± 8* ↑
Goto et al ⁹	4.1 ± 1.4			5.8 ± 2.7 ↑		
Goto et al ¹⁰		2.9 ± 1.8 ↓				5.9 ± 3.5 ↑

Tear Evaporation Rates in the Literatures

(means ± standard deviation, $10^{-7} \times \text{g/cm}^2\text{sec}$, *; tear evaporation rates were reported as ($10^{-7} \times \text{g/sec}$))

MGD関係および正常者のデータに関して黄色でマークした。

同一set upの報告は色分けした。

NL = normal subjects, ATD = aqueous tear deficiency dry eye, PO = punctal occlusion,

MGD = meibomian gland dysfunction, SS = Sjögren's syndrome patients,

↓ = lower than normal result using the same method

↑ = higher than normal result using the same method

¶ = tear evaporation rates at 40% ambient humidity

¶ = tear evaporation rates at 30% ambient humidity

Hamano et al 1	測定対象から 2 つの距離にセンサーを配置して計算	10-7g/cm ² sec	Evaporimeter
Rolando et al 2 3	$RH_2 = RH_1 - RH_0$ $RH = c/c_0$ $E = (c_2 - c_1)V/At$ $E \text{ g/cm}^2/\text{sec}, C \text{ g/ml}, V \text{ ml}, A \text{ cm}^2, T \text{ sec}$	10-7g/cm ² sec (眼表面面積)	Closed chamber (計測前にバルブをあけて dry air を流す)
Mathers ^{4 5}	$E = dm/dt$ $E = VC_0(RH_2 - RH_1)/(t_2 - t_1)$ $E = VC_0(RH_2 - RH_1)/(t_2 - t_1)$ $A = 0.28PA - 0.44$ $At - A_0/At$ $E_{skin} = Vc_0(RH_2 - RH_1)/(t_2 - t_1)_{closed \text{ eye}}$ $At - A_0/At$ $E_{open} = Vc_0(RH_2 - RH_1)/(t_2 - t_1)_{open \text{ eye}}$ $E_{os} = (E_{open} - E_{skin})/A_0$	10-7g/cm ² sec	Closed chamber (Roland と同じ原理のようである)
Tsubota and Yamada 6 7 8 11 12	$DE/dt = c(P_{max} - P)$ $DE/dt = \text{rate of water evaporation,}$ $C = \text{total evaporation coefficient}$ $P_{max} = \text{saturation vapor pressure}$ $P = \text{vapor pressure inside the closed chamber}$ $a = M_wPV/RT$ $a = \text{amount of steam inside closed chamber(gas equation)}$ $M_w = \text{MW of water, } V = \text{chamber volume, } R = \text{gas constant, } T = \text{ab temp}$ $A_{max} = M_wP_{max}V/RT$ $H = (a/a_{max})100 = (M_wPV/RT)/(M_wP_{max}V/RT)100 = (P/P_{max})100$ $P = P_{max}H/100$ $DE/dt = c(P_{max} - P) = c(P_{max} - P_{max}H/100) = (cP_{max}/100)(100 - H)$ $\Delta H/\Delta t = (\Delta E/100)/(\Delta t a_{max})$ $\Delta H/\Delta t = cP_{max}/a_{max}(100 - H) = cRT/M_wV/(100 - H)$ $dH/dt = k(100 - H)$ $H = 100 - (100 - H_0)e^{-kt}$ $\ln(100 - H) = \ln(100 - H_0) - kt$ $Teros = [K(100 - H)/100][M_wP_{max}V/RT]$ $Teros40 = 0.6K[18P_{max}V/R298]$ $OS \text{ area} = 0.28W - 0.44\text{cm}^2$ Using relative humidity	10-7g/cm ² sec (眼表面面積) or 10-7g/sec	Closed chamber (TEROS 40)
Goto et al 9 10 13, 14	$J = \Delta H \rho V/A$ $\Delta H = H_{outlet} - H_{inlet}$ $\Delta F = J_{open} - J_{close}$ $= (H_{outlet} - H_{inlet})_{open} \rho V/A - (H_{outlet} - H_{inlet})_{close} \rho V/A$ $= [(H_{outlet} - H_{inlet})_{open} - (H_{outlet} - H_{inlet})_{close}] \rho V/A$	10-7g/cm ² sec (計測面積)	Ventilated chamber

Repeatability (検者内、検者間)

n/a

Sensitivity

n/a

Specificity

n/a

検査の問題点

市販品がない

検査方法により値がまちまち

検査方法による結果の単位が $10^{-7} \times \text{g/cm}^2\text{sec}$ または $10^{-7} \times \text{g/sec}$ と不統一。 $10^{-7} \times \text{g/cm}^2\text{sec}$ 単位の場合も眼表面面積で割っている場合と測定面積で割っている場合がある。

検査方法によりATD dry eyeが正常より高くなったり低くなったりして見解の一致をみない

問題点への解決策

市販してくれるメーカーを探す(花王など)。

同一set upでの比較をおこなう。

文献

1. Hamano H, Hori M, Mitsunaga S. Application of an evaporimeter to the field of ophthalmology. *J Jpn Contact Lens Soc* 1980;22:101-107.
2. Rolando M, Refojo MF, Kenyon KR. Increased tear evaporation in eyes with keratoconjunctivitis sicca. *Arch Ophthalmol* 1983;101:557-8.
3. Rolando M, Refojo MF. Tear evaporimeter for measuring water evaporation rate from the tear film under controlled conditions in humans. *Exp Eye Res* 1983;36:25-33.
4. Mathers WD, Binarao G, Petroll M. Ocular water evaporation and the dry eye. A new measuring device. *Cornea* 1993;12:335-40.
5. Mathers WD. Ocular evaporation in meibomian gland dysfunction and dry eye. *Ophthalmology* 1993;100:347-51.
6. Tsubota K, Yamada M. Tear evaporation from the ocular surface. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1992;33:2942-50.
7. Shimazaki J, Sakata M, Tsubota K. Ocular surface changes and discomfort in patients with meibomian gland dysfunction. *Arch Ophthalmol* 1995;113:1266-70.
8. Shimazaki J, Goto E, Ono M, Shimmura S, Tsubota K. Meibomian gland dysfunction in patients with Sjogren syndrome. *Ophthalmology* 1998;105:1485-8.
9. Goto E, Endo K, Suzuki A, Fujikura Y, Matsumoto Y, Tsubota K. Tear evaporation dynamics in normal subjects and subjects with obstructive meibomian gland dysfunction. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2003;44:533-9.
10. Goto E, Matsumoto Y, Kamoi M, et al. Tear Evaporation Rates in Sjogren Syndrome and non-Sjogren Dry Eye Patients. *Am J Ophthalmol* 2007;144:81-85.
11. Goto E, Shimazaki J, Monden Y, et al. Low-concentration homogenized castor oil eye drops for noninflamed obstructive meibomian gland dysfunction. *Ophthalmology* 2002;109:2030-2035.
12. Goto E, Monden Y, Takano Y, et al. Treatment of non-inflamed obstructive meibomian gland dysfunction by an infrared warm compression device. *British Journal of Ophthalmology* 2002;86:1403-1407.
13. Matsumoto Y, Dogru M, Goto E, Endo K, Tsubota K. Increased tear evaporation in a patient with ectrodactyly-ectodermal dysplasia-clefting syndrome. *Jpn J Ophthalmol* 2004;48:372-5.
14. Matsumoto Y, Dogru M, Goto E, et al. Efficacy of a new warm moist air device on tear functions of patients with simple meibomian gland dysfunction. *Cornea* 2006;25:644-50.