

Jak tvrdě pracují oči vašich klientů?

V doslovném a technickém smyslu slova, naše oči „pracují“ tak tvrdě jako vy sami. Inovativní kontaktní čočky pomohou tuto zátěž snížit, vysvětlují **Charles Scales, PhD**, a **Brian Pall, OD, MS, FAAO**.



Dnešní život je jiný. Je rychlejší. Mnoho z nás vnitřně přijalo pracovní morálku, která nás nutí pracovat, ale i trávit svůj volný čas s co největším nasazením našich sil.

V této náročné době jdeme z jedné činnosti do druhé. Naše oči například přeskakují z počítače na chytrý telefon, na kterém píšeme text, a mezitím se letmo díváme na osobu, která na nás mluví. Nebo sledujeme naše dítě, které hraje fotbal, do toho si píšeme poznámky a současně s tím píšeme email na tabletu. Pokud takto usilovně pracujeme, není se co divit, že jsme na konci dne vyčerpaní.

Naše oči se cítí unavené

Takový den je náročný i pro naše oči. Během dne se věnujeme řadě aktivit a stále měníme prostředí – jdeme z domu do auta, autem do práce, v práci jsme v klimatizovaných či ústředně vytápěných kancelářích, po práci pak na sport, večer do kina a zase zpátky domů – to vše ovlivňuje náš zrak. A milióny z nás to vše prožívají ve svých kontaktních čočkách.

Pokud máme zrovna jeden z našich rušných dnů, naše oči a oční víčka vykonávají velmi těžkou práci. Musí nejméně 11 000× mrknout, aby zajistily ostré vidění a zdravý povrch oka. Mrkání vyžaduje energii. Zatímco množství energie na jedno mrknutí je velmi malé, množství energie na každodenních 11 000 mrknutí už zanedbatelné není.

Jak velké úsilí musíme vynaložit na mrkání, lze spočítat podle vzorce, kde „práce“ je výsledkem vztahu **síla × vzdálenost**.

V tomto případě je vzdálenost, kterou musí víčko urazit během jednoho cyklu mrknutí, okolo 10 milimetrů. Síla je pak úsilí vyžadované k překonání odporu mrknutí, které většinou vychází z tření mezi víčkem a rohovkou (nebo kontaktní čočkou, pokud je právě nasazená). Energie vynaložená k překonání tření se nazývá **třecí energie**.

Třecí energie mezi dvěma povrchy závisí na dvou faktorech: (1) zda existuje lubrikant mezi povrchy a (2) stavu samotného povrchu (rohovky / kontaktní čočky).

Je například mnohem snazší, a proto je i vyžadováno méně energie, když tlačíme velkou krabici po naleštěné podlaze, než po hrubém betonovém povrchu. Jsou zde i další vlivy související s hrubostí povrchu, které určují velikost třecí energie. Je jasné, že povrch s různým stupněm hrubosti bude vyžadovat různou velikost síly k dosažení stejného typu pohybu.

Třecí energie a oko

Naše oči během mrkání „pracují“, protože je vyžadována energie nutná k překonání třecí síly odporující pohybu víčka. Naštěstí nám slzný film lubrikuje víčko a oční povrch. Co se ale stane, pokud během dne začne postupně narůstat tření mezi víčkem a povrchem oka? Jednalo by se například o situaci, kdy se následkem osychání stává povrch kontaktních čoček méně kluzký a méně smáčivý. V průběhu dne si také usazeniny na povrchu čočky vybírají svou daň.

V tomto případě vytváří tisíckrát za den opakovaný pohyb očního víčka přes stále hrubší povrch určité množství nadbytečné „práce“. To souvisí s běžně pozorovanou situací, kdy je mnoho klientů po ránu se svými kontaktními čočkami spokojeno, ale postupně během dne zažívají symptomy oční únavy.¹

Co nám říká věda

Tribologie je věda o vzájemných vztazích mezi povrchy v pohybu. Důsledně se zabývá procesy, které zažíváme každý den: **tření, lubrikace a opotřebení**.

V posledních letech se tribologie uplatňovala i ve studiu vlivů, které ovlivňují pohodlné nošení kontaktních čoček.² Podvědomě tušíme vzájemnou souvislost různých faktorů, jako je nižší tření mezi očním víčkem a kontaktní čočkou, úroveň pohodlí a počet symptomatických nositelů. A opravdu zde máme důkaz, který tuto souvislost potvrzuje.³

Zvyšující se počet lidí, kteří přestávají nosit kontaktní čočky z důvodu nepohodlí, nutí kontaktology a výrobce kontaktních čoček zaměřovat se na faktory, které s tím souvisí – jedná se zejména o tření a lubrikaci.^{1,4}

Fyzika pohodlí

Tření je síla, která působí na rozhraní mezi dvěma pevnými povrchy a brání jejich vzájemnému pohybu vůči sobě.⁵ Úroveň odporu je vlastností povrchu, kterou nazýváme koeficientem smykového tření (Coefficient of Friction – CoF). Koeficient smykového tření se skládá ze dvou oddělených složek: (1) síly potřebné k uvedení objektů do pohybu a (2) síly držící povrchy pohromadě (jedná se o kolmou tlakovou sílu, jinak také nazývanou „normálová“ síla). **Obě síly jsou přímo měřitelné a koeficient smykového tření (CoF) může být vyjádřen dle tohoto vzorce:**

$$\text{CoF} = \frac{\text{Třecí síla}}{\text{Normálová síla}} = \frac{F_t}{F_n}$$

Čím větší je koeficient tření, tím větší odpor v důsledku tření nastává, a tím větší třecí energie je vyžadována k vzájemnému posunu povrchů na danou vzdálenost. Pokud známe třecí sílu a vzdálenost, na které k posunu dochází, třecí energie může být vyjádřena za pomoci tohoto vzorce:

$$\text{Třecí energie (E}_f\text{)} = \text{Posuvná práce} = \text{Třecí síla (F}_t\text{)} \times \text{Vzdálenost (D)}$$

Měření třecí energie

Již jsme se zmiňovali, že práce, kterou víčko vykoná při mrkání, je rovná třecí energii potřebné k pohybu víčka po rohovce (nebo kontaktní čočce). Vynaložená třecí energie je úměrná koeficientu smykového tření (CoF), protože obě rovnice popisují třecí sílu. Na základě vztahu mezi CoF a pohodlím v kontaktních čočkách bylo stanoveno, že měření ztráty třecí energie při simulovaném mrkání nám může dát náhled na to, jak se různé typy kontaktních čoček na oku chovají.

I když to nelze přímo měřit, bylo již popsáno mnoho měřicích přístrojů pro určení třecí síly mezi víčkem a kontaktní čočkou, včetně nástrojů, které jsou schopny nám přiblížit kritické momenty na oku.¹ Toto měření v umělých podmínkách (*in-vitro*) nebo na živé tkáni (*ex-vivo*), tedy ve fyziologických podmínkách v souladu s okem, je významným krokem v hodnocení pohodlí kontaktních čoček.

Vzájemné srovnání kluzkosti musí být smysluplné, musí napodobit nejen podmínky oka, ale i fyziologii nošení kontaktních čoček. Jednou věcí je porovnání ztráty třecí energie u páru kontaktních čoček právě vytažených z roztoku z blistry. Ale dozvíme se díky tomu, jak bude kontaktní čočka na oku působit po 10, 12 nebo 14 hodinách?

Ke skutečnému zhodnocení kontaktních čoček je nezbytné, aby bylo tření hodnoceno během delší doby a v podmínkách, jako by byla kontaktní čočka nošena.

Třecí energie v průběhu dne

V experimentu se simulovaným mrkáním oka byl použitý mikrotribometr (Obrázek 1), zařízení které přímo měří normálovou a třecí sílu, a umožňuje určit třecí energii. Tento přístroj měřil kontaktní čočku **ACUVUE OASYS® 1-Day s technologií HydraLuxe™**. Měření probíhalo v tekutině podobné lidským slzám po dobu až 18 hodin. Výsledek byl impozantní. Na **Obrázku 2** je modrá čára, kte-

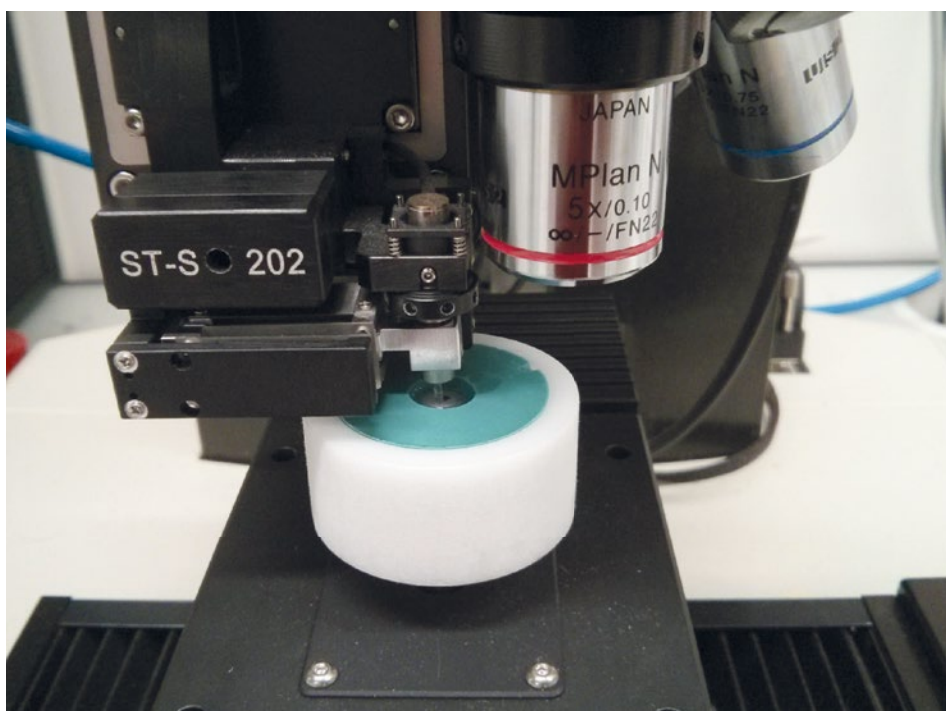
rá představuje třecí energii kontaktní čočky měřenou po dobu, která se blíží celodennímu nošení. V tomto případě je to více jak 18 hodin. Je důležité poznamenat, že počáteční třecí síla byla na počátku nízká a nízká také zůstala po celou dobu měření. Pokud by byla linka zakřivená nahoru, jedná se o zvýšení třecí síly snižující výsledné působení kontaktní čočky.

Vzájemný rozdíl mezi jednotlivými kontaktními čočkami **ACUVUE OASYS® 1-Day** je určen světle modrým „rozšířením“ v intervalu spolehlivosti. Tento rozdíl je velmi těsný a znamená, že třecí energie kontaktní čočky je velmi podobná u všech čoček tohoto typu. Tyto faktory ukazují velmi příznivý a stabilní tribologický profil pro čočky **ACUVUE OASYS® 1-Day** – a to testované ve fyziologických podmínkách.

V tom samém experimentu byly použity i kontaktní čočky Dailies Total1® (Alcon). U těch bylo zjištěno dvakrát větší množství potřebné třecí energie, než u kontaktních čoček **ACUVUE OASYS® 1-Day s technologií HydraLuxe™** (odhadováno po 14 hodinách zkoušení srovnávající střední hodnotu pro **ACUVUE OASYS® 1-Day** a nejnižší udanou hodnotou pro Dailies Total1® – **Obrázek 2**). Tento rozdíl u Dailies Total1® může být způsoben gradientním designem (s obsahem téměř 100 % vody na povrchu a 33 % obsahu vody v jádře), čímž není zajištěno jednotné složení v rámci celé čočky. Dailies Total1® má také vyšší drsnost povrchu, což vyplývá z měření pomocí mikroskopie atomárních sil (AFM).

Méně práce pro oči

Proč dosáhla kontaktní čočka **ACUVUE OASYS® 1-Day s technologií HydraLuxe™** tak výrazného úspěchu v tribologickém testu? Může za to několik vlastností této čočky. V první řadě **technologie HydraLuxe™** po celý den nošení zajišťuje lubrikaci a zvlhčování čoček. Tato nová kontaktní čočka podporuje na oku slzný film, protože se sama jako slzný film chová.



Obrázek 1
Mikrotribometr použitý pro výpočet třecí energie pomocí měření tření na dané vzdálenosti. Mucinem smáčený povrch je posouván po kontaktní čočce v prostředí podobném slzám, silou a rychlostí napodobující víčko. Foto z archivu SuSoS, AG.

Kromě toho je čočka extrémně hladká. Tato skutečnost byla prokázána pomocí transmisní elektronové mikroskopie (TEM), která umožňuje prozkoumat povrch kontaktní čočky pod velkým zvětšením (řádově v rozměrech mikronů), a je schopna přesně zobrazit povrch, objem nebo matici materiálu. Podobně kladného hodnocení se dosáhlo i u sledování pomocí mikroskopie atomárních sil (AFM).

Čočky **ACUVUE OASYS® 1-Day s technologií HydraLuxe™** mají unikátní složení, které integruje slzy za pomoci posílení sítě molekul, která na sebe váže slzy nositele, společně s vysoce prodyšným silikonem. Tato síť molekul integruje slzy rovnoměrně v celém objemu a nejedná se tedy o povrchovou úpravu. Naměřené údaje ukazují, že úroveň třecí energie těchto kontaktních čoček je nízká po celý den.

Správné zvlhčení a lubrikace

Inovace vedou ke zlepšení, ze kterého nakonec těží klient – nositel kontaktních čoček. Kontaktní čočky **ACUVUE OASYS® 1-Day s technologií HydraLuxe™** prokázaly trvale nízkou třecí energii měřenou metodami, které věrně napodobují fyziologické podmínky. Možná je to proto, že se dovnitř materiálu integrují slzy – ne pouze voda – a kontaktní čočka je tak zvlhčována a lubrikována po celý den.

Kromě toho mají tyto čočky mimořádně hladký povrch, což bylo prokázáno pomocí měření TEM technologií a následně potvrzeno AFM mikroskopií. Díky pravidelné síti materiálu vážou tyto čočky v celém svém objemu slzy a nevyužívají technologie úpravy povrchů pomocí dodatečně nanesených tenkých vrstev. Zpětné vazby od kontaktologů a klientů nám ukazují, že skutečně platí předpoklad, že tyto čočky poskytují trvale mimořádně nízkou úroveň třecí energie.

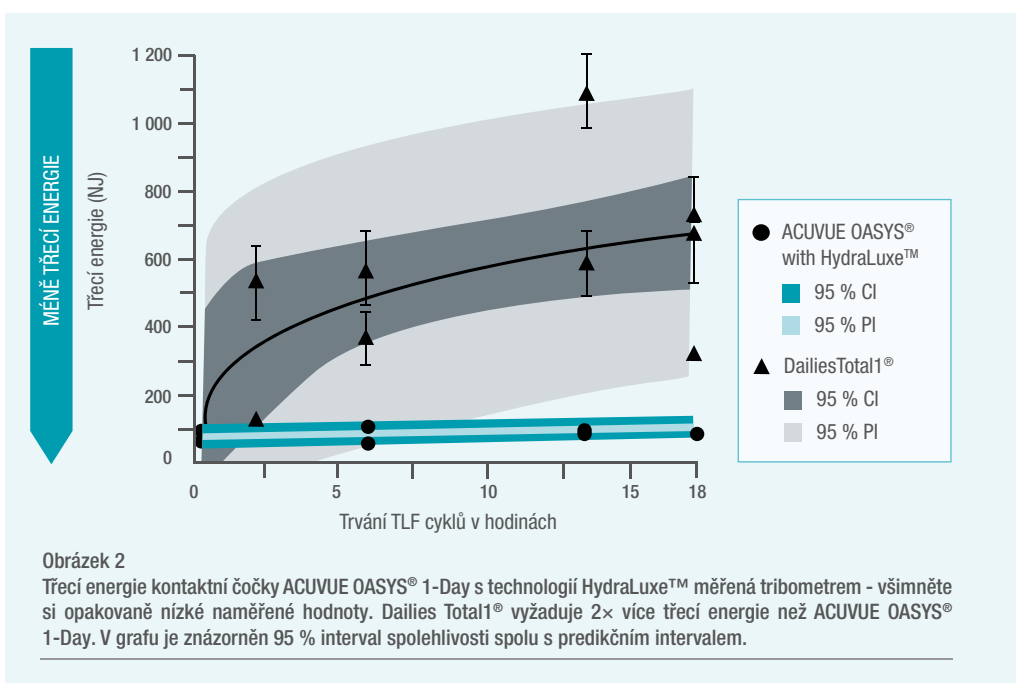
O autorech

Charles Scales, PhD, je vedoucím vědeckým pracovníkem pro Johnson & Johnson Vision Care, Inc., USA.

Brian Pall, OD, MS, FAAO, je vedoucím pracovníkem základního výzkumu a vývoje v optometrii pro Johnson & Johnson Vision Care, Inc., USA.

Tento článek vychází z původního článku z roku 2015 vydaného ve zvláštním vydání *Optometric Management*, www.optometricmanagement.com, měsíčník, nakladatelství LLC © 2015, všechna práva vyhrazena.

Z anglického originálu přeložil Mgr. Martin Falhar, Ph.D.



Obrázek 2

Třecí energie kontaktní čočky ACUVUE OASYS® 1-Day s technologií HydraLuxe™ měřená tribometrem - všimněte si opakovaně nízké naměřené hodnoty. Dailies Total1® vyžaduje 2x více třecí energie než ACUVUE OASYS® 1-Day. V grafu je znázorněn 95 % interval spolehlivosti spolu s predikčním intervalem.

Odkazy

1. Nichols JJ, Willcox MDP, Bron AJ, *et al.* The TFOS International Workshop on Contact Lens Discomfort: Executive Summary. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2013;54:TFOS7-TFOS13.
2. Roba M, Duncan EG, Hill GA, Spencer ND, Tosatti SPG. Friction measurements on contact lenses in their operating environment. *Tribol Lett.* 2011;44: 387-97.
3. Coles-Brennan C, Brennan N. Coefficient of Friction and Soft Contact Lens Comfort. Presented at American Academy of Optometry Annual Meeting. Phoenix AZ, October 24, 2012. Poster 70.
4. Dumbleton K, Woods CA, Jones LW, Fonn D. The impact of contemporary contact lenses on contact lens discontinuation. *Eye Contact Lens.* 2013 Jan;39(1):93-9.
5. Subbaraman LN, Jones LW. Measuring Friction and Lubricity of Soft Contact Lenses: A Review. *Contact Lens Spectrum.* June 2013. Accessed August 28, 2015 at <http://www.clspectrum.com/articleviewer.aspx?articleID=108560>

