

Metabolické zobrazení vaskulárních chorob sítnice pomocí retinální oxymetrie

Martin Šín

Oční klinika 1. lékařské fakulty UK a ÚVN Praha

Objev a zavedení oftalmoskopie v polovině 19. století otevřely novou oblast oftalmologie. Vznikla možnost pozorování očního pozadí a tím také zcela nové možnosti diagnostiky očních i systémových onemocnění. Na očním pozadí jsou patrné cévy sítnice, u kterých lze pozorovat rozdílný odstín u arterií a vén. Tento rozdíl je dán odlišnou absorpcí světla mezi oxyhemoglobinem a deoxyhemoglobinem. Rozdíl v absorpci světla mezi oxyhemoglobinem a deoxyhemoglobinem se používá pro neinvazivní retinální oxymetrii, která měří saturaci hemoglobinu kyslíkem v jednotlivých cévách sítnice.

V normativních studiích na zdravé populaci byla stanovena hodnota saturace v sítnicových arteriích $93,1 \% \pm 2,3 \%$ a saturace v sítnicových žilách $64,9 \% \pm 3,3 \%$. Vzhledem k možnosti objektivně stanovit míru hypoxie se tedy retinální oxymetrie jeví jako vhodný nástroj pro monitoring vaskulárních chorob sítnice, především diabetické retinopatie (DR) a okluze sítnicové žíly (RVO).

Diabetická retinopatie je jednou z pozdních komplikací diabetu mellitu (DM), jejíž příčinou je mikroangiopatie kapilár sítnice. Poškození retinálních kapilár vede k hypoxii sítnice, která je považována za ústředního hybatele patogeneze diabetické retinopatie. U pacientů s diabetickou retinopatií pozorujeme zvýšení kyslíkové saturace v retinálních žilách a korespondující pokles arteriovenózního (A-V) rozdílu v porovnání se zdravou populací. Vysvětlením je, že části sítnice jsou málo prokrvené kvůli uzávěru a poškození kapilár, zatímco v jiných místech sítnice může krev proudit přes dilatované části kapilární sítě. Krev protékající dilatovanými kapilárami tak obtéká cílové oblasti sítnice bez toho, aby byl kyslík v této tkáni využit, a je tak odplavován bez užitku do žilní krve.

Vzhledem ke komplexnosti onemocnění DM jsme se zabývali mírou ovlivnění výsledků kyslíkové saturace v sítnicových cévách na základě změn vnitřního prostředí (Mlčák et al. 2022). V této práci nebyla nalezena žádná korelace parametrů vnitřního prostředí s výsledky kyslíkové saturace v sítnicových cévách s výjimkou pozitivní korelace hladiny HbA1c a venózní saturace. Výsledky práce prokazují minimální ovlivnění výsledků měření kyslíkové saturace sítnicových cév faktory vnitřního prostředí.

V naší práci (Morin et al. 2023) jsme objevili souvislost mezi mírou kyslíkové saturace a sklivcovou hladinou vaskulárního endotelového faktoru (VEGF). U pacientů s DR byla zjištěna negativní korelace mezi hladinou VEGF ve sklivci a arteriovenózním rozdílem ($r = -0,607$; $p = 0,002$). Tento fakt poukazuje na potenciální možné budoucí využití retinální oxymetrie k neinvazivnímu monitorování hladin růstových faktorů ve sklivcovém prostoru.

Druhou nejčastější vaskulární chorobou sítnice je uzávěr sítnicové žíly (RVO). Při ní dochází ke snížení krevního průtoku v sítnicovém cévním řečišti, nejčastěji na podkladě trombózy sítnicové žíly, a na retinální oxymetrii je následná hypoxie vyjádřena snížením kyslíkové saturace v sítnicových žilách a korespondujícím zvýšením A-V rozdílu.

Zásadní otázkou bylo, zda je možno vyjádřit míru závažnosti RVO pomocí zobrazení retinální oxymetrií. Odpověď přinesla naše práce (Šínová et al. 2018), která zkoumala míru závažnosti RVO za pomoci ischemického indexu (poměru perfundované a neperfundované plochy sítnice). Byla nalezena negativní korelace mezi hodnotou ischemického indexu a saturací v sítnicových žilách ($r = 0,686$; $p = 0,0003$) a pozitivní korelace mezi hodnotou ischemického indexu a arteriovenózním rozdílem u pacientů s CRVO ($r = 0,893$; $P < 0,0001$). Výsledky jsou důležité pro případné budoucí zavedení retinální oxymetrie do klinické praxe.

Nadšení však mírní výsledky mezinárodní akademické studie, která se zaměřila na možnost využití retinální oxymetrie jako prediktivního faktoru pro výsledky léčby blokátorem vaskulárního růstového faktoru (anti-VEGF) u RVO (Jeppesen et al. 2021). V této studii nebyly prokázány parametry kyslíkové saturace v sítnicových cévách jako prediktivní faktor výsledků roční léčby intravitreální aplikací anti-VEGF preparáty.

Retinální oxymetrie se jeví jako slibná metoda s dobrou přesností a výbornou opakovatelností, která nám ukazuje nové perspektivy zobrazení hypoxických chorob sítnice. Většímu rozšíření brání složitá interpretace výsledků, která by do budoucna mohla být překonána metodami umělé inteligence.

Tři nejvýznamnější publikace související s přednáškou:

1) Morin H, Havlík J, Chrapek O, Hrevuš M, Němec P, Rejmont L, Tesař J, Kalousova M, Zima T, Šín M.
Correlation Between Vitreous Level of Angiogenic Growth Factors and Oxygen Saturation in Retinal Vessels in Diabetic Retinopathy. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2023 Dec 1;64(15):4.

IF 5 corresponding + senior author (D1)

2) Krejberg Jeppesen S, Šín M, Hakon Hardarson S, Bek T.

Retinal oximetry does not predict 12-month visual outcome after anti-VEGF treatment for central retinal vein occlusion: A multicentre study. *Acta Ophthalmol.* 2021 Nov;99(7):e1141-e1145.

IF 3,988 (Q2)

3) Šínová I, Řehák J, Nekolová J, Jirásková N, Haluzová P, Řeháková T, Bábková B, Hejsek L, Šín M.

Correlation between ischemic index of retinal vein occlusion and oxygen saturation in retinal vessels. *Am J Ophthalmol.* 2018 Apr; 186: 74-80.

IF 4,483 corresponding + senior author (D1)