

617.7-007.681-073.96

NOVÉ ZOBRAZOVACÍ METODY V ČASNÉ DIAGNOSTICE GLAUKOMU

Dušan BARTOŠ

Ústav leteckého zdravotnictví, Praha

Souhrn

Vyšetření vrstvy nervových vláken sítnice a jejich intrapapilárního ekvivalentu neuroretinálního lemu disku zřetivého nervu laserovou skenovací oftalmoskopií Heidelbergským retinálním tomografem představuje v současné době nejracionalnější a nejefektivnější postup při vyhledávání skrytých probíhajících glaukomového onemocnění. První změny v oblasti vrstvy nervových vláken sítnice a neuroretinálního lemu disku zřetivého nervu jsou diagnostikovatelné již několik let před výskytem změn zorného pole, které jsou v té době již ireverzibilní. Zařazením tohoto vyšetření do algoritmu vyšetřovacích metod k posuzování zdravotní způsobilosti k výkonu letecké profese můžeme předejít nevratným změnám zřetivých funkcí a uchovat pracovní schopnost ve zřetivě velmi náročných profesích, jako je vojenský, resp. dopravní pilot.

Klíčová slova: Vrstva nervových vláken sítnice; Neuroretinální lem disku zřetivého nervu; Heidelbergský retinální tomograf; Glaukom.

New Depicting Methods in Current Glaucoma Diagnostics

Summary

Examination of the retinal nervous tissue layer and its intrapapillary equivalent of the neuroretinal border of the optic nerve disc by laser scanning ophthalmoscopy using the Heidelberg retinal tomograph presently represents the most rational and effective method when searching for latent glaucoma disease. The first changes in the retinal nerve tissue layer area and the neuroretinal border of the optic nerve disc are possible to diagnose as early as a few years before the occurrence of changes in the field of vision which are already irreversible at that time. By including this examination in the examining method algorithm for the evaluation of health fitness in the aviation profession, irreversible changes in optic functions can be prevented and occupational fitness in such visually demanding professions as military or transport pilots can be maintained.

Key words: Retinal nervous tissue layer; Neuroretinal border of the optic nerve disc; Heidelberg retinal tomograph; Glaucoma.

Úvod

Glaukom představuje z pohledu oftalmologa jeden z největších sociálních, ekonomických i etických problémů současnosti. Vyřazuje z pracovního procesu osoby v produktivním věku (6, 9, 16). Je jednou z nejčastějších příčin slepoty ve všech rozvinutých zemích (podílí se 13 %). Přibližně 2 % populace nad 40 let věku má glaukomové poškození zřetivého nervu projevující se změnami zorného pole a postižením zřetivých funkcí. Téměř třetina pacientů s tzv. oční hypertenzí, nitroočním tlakem nad 22 mm Hg, kterých je v dospělé populaci kolem 10 %, v průběhu několika let konvertuje na glaukom. Odborníci soudí, že minimálně třetina až polovina pacientů s typickými glaukomovými změnami zorného pole však neměla nikdy vyšší nitrooční tlak. Jde o tzv. normotenzní glaukom, kdy glaukomová neuropatie zřetivého nervu je vyvolána cévními změnami a nízkým perfuzním tlakem. Vzniklá situace, kdy vyšší nitrooční tlak je pouze

významným rizikovým faktorem a perimetrické změny jsou pozdními glaukomovými změnami, které vznikají při poškození minimálně 50 % axonů nervových vláken optického nervu, vede k závěru, že nejdůležitější pro časnou diagnostiku tohoto zákeřného onemocnění je detailní vyšetření disku zřetivého nervu a vrstvy nervových vláken sítnice.

Letecká populace je vzhledem ke glaukomu do jisté míry kontroverzní. Na jedné straně je tu jistá „rezistence“ ke glaukomu daná přísným lékařským výběrem eliminujícím řadu očních i celkových rizikových faktorů (vyšší myopie, arteriální hypertenze, hypotenze, vazospazmy, diabetes mellitus atd.), navíc tato relativně mladá profesní skupina je pod pravidelnou lékařskou kontrolou umožňující prevenci nebo časnou depistáž a léčbu dalších onemocnění se vztahem ke glaukomu (kardiovaskulární, endokrinní, gastrointestinální atd.). Na druhé straně stojí faktory reálné nebo hypotetické, které tuto „odolnost“ snižují – počínaje stresem z letecké odpovědnosti přes působení některých specifických

faktorů letu, jako jsou různé druhy přetížení, hypoxie, hypobarie, až po chronickou únavu spojenou s dlouhými dálkovými lety v různých časových, světelných i klimatických podmínkách (1, 3). O nezbytnosti pravidelné depistáže glaukomu v letecké populaci hovoří kromě našich dvacetiletých zkušeností i výsledky výzkumů Mailleho a Trediciho ve francouzském a americkém letectvu (2, 4, 12, 17).

Metodika

K vyšetření vrstvy nervových vláken a jejich intrapapilárního ekvivalentu neuroretinálního okraje disku zrakového nervu jsme použili Heidelbergský retinální tomograf (HRT) firmy Heidelberg Engineering GmbH (barevná příloha s. I, obr. 1). Vzhledem k tomu, že jde o unikátní přístroj, jediný v České republice, dovoluji si ho blíže představit.

HRT je konfokální laserový skenovací systém pro získávání a analýzu trojrozměrných obrazů zadního segmentu oka (barevná příloha s. I, obr. 2) (11, 13, 15, 18, 19, 20). Přístroj umožňuje kvantitativní hodnocení topografie fundu a zobrazení časových změn. K získávání digitálních konfokálních obrazů je laserový paprsek fokusovaný na sítnici periodicky vychylován prostřednictvím oscilujících zrcadel, aby bylo dosaženo 2 D obrazu sítnice. Fotodetektor měří v každém bodě intenzitu emitovaného fluorescenčního světla. Výsledkem je obraz s vysokým kontrastem. Navíc má uživatel možnost získat 3 D obraz, hladinu po hladině, který je srovnatelný s laserovou tomografií (barevná příloha s. I, obr. 3). Topografický snímek obsahuje informace o tvaru povrchu sítnice a je použit ke kvantitativnímu popisu těchto tvarů. K vyšetření není třeba arteficiální mydriázy a je proveditelné i u středně pokročilé katarakty. 3 D zobrazení je generováno jako série 32 po sobě jdoucích ekvidistantních dvourozměrných obrazů, které jsou zdigitalizovány s rozlišením 256x256 bodů. Obrazy jsou uloženy v paměti počítače a posléze převedeny na hard disk v PC. Instalovaný software umožňuje řadu dalších funkcí k získání obrazů, ukládání, zpracování a prezentaci numerických i grafických výsledků.

Výsledky

Pomocí HRT jsme vyšetřili tři skupiny respondentů. První, kontrolní skupinu tvořilo 66 příslušníků létajícího personálu (132 očí), kteří absolvovali pravidelná vyšetření v Ústavu leteckého zdravotnictví za účelem přiznání zdravotní způsobilosti k výkonu letecké profese. Druhou skupinu představovalo 56 pacientů (112 očí) dispenzarizovaných pro

chronický prostý glaukom otevřeného úhlu (GOU) a třetí skupinu tvořilo 56 pacientů s oční hypertenzí (OH). Všichni vyšetřovaní splňovali následující kritéria:

- zraková ostrost do dálky 6/6 naturálně nebo s příslušnou korekcí;
- zraková ostrost do blízka J. č. 1 naturálně nebo s příslušnou korekcí;
- refrakce v rozmezí ± 3 dioptrie, ekvivalentní sférické vadě;
- nitrooční tlak u kontrolní skupiny v rozmezí 10–21 mm Hg, u GOU do 25 mm Hg a u OH opakovaně vyšší než 22 mm Hg;
- normální nález na disku zrakového nervu u kontrolní skupiny a skupiny s OH a počínající glaukomové změny u probandů s GOU.

Z celé řady stereometrických parametrů, které nám poskytuje vyšetření Heidelbergským retinálním tomografem, jsme vzhledem k cílům tohoto sdělení zvolili pět nejdůležitějších:

- **cup/disk ratio**: poměr exkavace k disku zrakového nervu, který se běžně používá při hodnocení stavu hlavy zrakového nervu;
- **rim area (mm²)**: plocha neuroretinální oblasti disku zrakového nervu;
- **rim volume (mm³)**: objem neuroretinální oblasti disku zrakového nervu;
- **mean RNFL thickness (mm)**: střední vzdálenost mezi povrchem sítnice a referenční rovinou udávající tloušťku vrstvy nervových vláken;
- **RNFL cross sectional area (mm²)**: střední vzdálenost mezi povrchem sítnice a referenční rovinou násobenou délkou konturní křivky udávající plochu vrstvy nervových vláken.

Diskuse

Morfologickým korelátem funkčních změn u glaukomu je degenerace axonů gangliových buněk sítnice a následně i samotných buněk. Glaukom bývá často definován jako onemocnění vrstvy nervových vláken sítnice charakterizované jejich progresivním úbytkem. Vzhledem k tomu, že se jedná o nevratné a postupující změny, jejich časná diagnostika může výrazně zlepšit terapeutický výsledný efekt. Eid a spol. zjistili, že tloušťka vrstvy nervových vláken koreluje se změnou topografických parametrů disku zrakového nervu i změnou zorného pole u pacientů s glaukomem (7). Gluck a spol. prokázali dobrou korelaci výsledků vyšetření tloušťky vrstvy nervových vláken u skupiny glaukomatiků a referenční skupiny pomocí Heidelbergského retinálního tomografu a Nerve Fiber Analyseru (Laser Diagnostic Technologies, San Diego, Cali-

fornia) (8). Nakla a spol. při porovnávání jednotlivých kvantitativních zobrazovacích vyšetřovacích metod disku zrakového nervu a vrstvy nervových vláken, jako jsou laserová skenovací tomografie (HRT), optická koherentní tomografie (OCT), laserová skenovací polarimetrie (GDx) a stereofotografie disku zrakového nervu, zjistili, že laserová skenovací tomografie Heidelbergským retinálním tomografem je statisticky nejprůkaznější metodou při diferenciaci normálních a glaukomatických očí (14). Kamal a spol. a Zangwill a spol. prokázali, že laserová ske-

novací tomografie Heidelbergským retinálním tomografem je schopna detekovat stereometrické změny disku zrakového nervu i u pacientů s oční hypertenzí, u kterých se později manifestoval chronický prostý glaukom, dříve, než se objeví první změny zorného pole. Nejmarkantnější změny byly prokázány v nárůstu objemu exkavace v nazální dolní oblasti terče a naopak ztenčení neuroretinálního okraje v dolní temporální oblasti disku zrakového nervu (10, 21).

Tabulka 1

HEIDELBERSKÝ RETINÁLNÍ TOMOGRAF – PILOTI/KONTROLNÍ SKUPINA								
Věkové skupiny	Počet osob	Oko	Počet očí	C/D	RIM - A (mm ³)	RIM - V (mm ³)	M-RNFL (mm)	RNFL-C (mm ³)
20–40 let (32 let)	24	OP	24	0,133 ± 0,086	1,814 ± 0,379	0,614 ± 0,307	0,302 ± 0,064	1,553 ± 0,393
		OL	24	0,115 ± 0,057	1,883 ± 0,369	0,597 ± 0,174	0,299 ± 0,107	1,527 ± 0,488
41–50 let (45,4 roku)	21	OP	21	0,157 ± 0,098	1,732 ± 0,287	0,531 ± 0,282	0,261 ± 0,108	1,343 ± 0,579
		OL	21	0,131 ± 0,122	1,782 ± 0,274	0,567 ± 0,244	0,262 ± 0,092	1,332 ± 0,472
51–63 let (56,7 roku)	21	OP	21	0,199 ± 0,131	1,697 ± 0,284	0,486 ± 0,228	0,214 ± 0,098	1,108 ± 0,520
		OL	21	0,153 ± 0,106	1,761 ± 0,297	0,539 ± 0,165	0,238 ± 0,073	1,208 ± 0,362
26–63 let (44,1 roku)	66	OP	66	0,165 ± 0,106	1,735 ± 0,317	0,535 ± 0,268	0,256 ± 0,096	1,315 ± 0,522
		OL	66	0,133 ± 0,100	1,800 ± 0,325	0,567 ± 0,199	0,264 ± 0,092	1,339 ± 0,452

Tabulka 2

HEIDELBERSKÝ RETINÁLNÍ TOMOGRAF – KLINICKÝ SOUBOR									
Skupina		Počet osob	Oko	Počet očí	C/D	RIM - A (mm ³)	RIM - V (mm ³)	M-RNFL (mm)	RNFL-C (mm ³)
GOU	19–76 49,6	56	OP	56	0,432 ± 0,162	1,285 ± 0,377	0,269 ± 0,154	0,146 ± 0,101	0,791 ± 0,556
			OL	56	0,419 ± 0,193	1,292 ± 0,398	0,303 ± 0,168	0,162 ± 0,106	0,852 ± 0,571
OH	19–74 47,9	56	OP	56	0,167 ± 0,098	1,864 ± 0,438	0,593 ± 0,258	0,271 ± 0,076	1,438 ± 0,447
			OL	56	0,179 ± 0,107	1,763 ± 0,382	0,541 ± 0,221	0,246 ± 0,084	1,275 ± 0,444
Kontrolní	26–63 44,1	66	OP	66	0,165 ± 0,106	1,735 ± 0,317	0,535 ± 0,268	0,256 ± 0,096	1,315 ± 0,522
			OL	66	0,133 ± 0,100	1,800 ± 0,325	0,567 ± 0,199	0,264 ± 0,092	1,339 ± 0,452

Závěr

Heidelbergským retinálním tomografem jsme vyšetřili disk zrakového nervu a vrstvu nervových vláken sítnice u 56 pacientů (112 očí) s glaukomem otevřeného úhlu, 56 dispenzarizovaných (112 očí) pro oční hypertenzi a jako kontrolní skupinu 66 profesionálních pilotů (132 očí) AČR a ČSA. Prokázali jsme ztenčování vrstvy nervových vláken sítnice i

neuroretinálního okraje disku zrakového nervu u kontrolní skupiny pilotů v závislosti na věku. Rozdíly však nebyly statisticky významné. Dále jsme prokázali statisticky významné ztenčení vrstvy nervových vláken sítnice i neuroretinálního okraje disku zrakového nervu u skupiny pacientů s glaukomem vzhledem ke kontrolní skupině i pacientům s oční hypertenzí. Mezi hodnotami kontrolní skupiny a oční hypertenzí nebyla prokázána statistická

významnost. Největší význam laserové skenovací tomografie v klinické i letecké oftalmologii je objektivní a kvantitativní zobrazení zadního segmentu oka, topografická a stereometrická analýza disku zřetivého nervu a vrstvy nervových vláken sítnice v longitudinálním sledování se zaměřením na časnou diagnostiku glaukomu a ostatních neuropatií.

Literatura

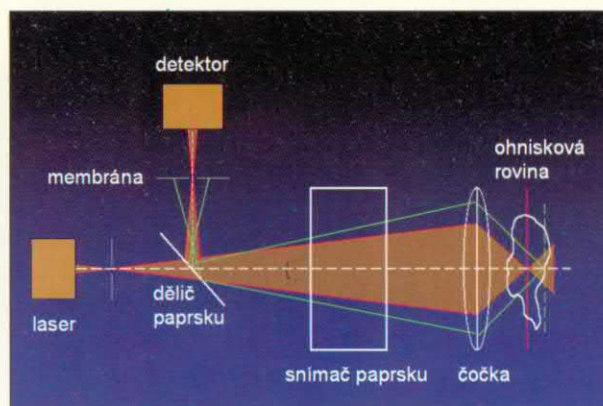
1. BARTOŠ, D. – ŠULC, J. Uplatnění ergoftalmologických principů v letecké oftalmologii. *Prac. Lék.*, 1987, roč. 39, s. 274–276.
2. BARTOŠ, D. – SKOPOVÝ, M. *Analýza poznatků z depistáže glaukomu a oční hypertenze u létajícího personálu AČR a civilního letectví.* (Závěrečná zpráva výzkumného úkolu: LE – RE – 01/13, 355). Praha, 1991.
3. BARTOŠ, D. – ŠULC, J. Požadavky na zrakové funkce v soudobém letectvu. *Čs. Oftal.*, 1991, roč. 47, s. 62–69.
4. BARTOŠ, D. *Uplatnění psychovizuálních vyšetřovacích metod v letecké a klinické oftalmologii.* (Závěrečná zpráva výzkumného úkolu: MO 88080396306, 391). Praha, 1999.
5. BARTOŠ, D. *Problematika vyšetřování vrstvy nervových vláken sítnice pro posuzování zdravotní způsobilosti k letecké službě a v klinické oftalmologii.* (Závěrečná zpráva výzkumného úkolu: MO 6608398203, 398). Praha, 2001.
6. BARTOŠOVÁ, L. – KRAUS, H. – RŮŽIČKOVÁ, E. Možnosti pracovního zařazení nemocných s různými formami a stadii glaukomu. *Čs. Oftal.*, 1989, roč. 45, s. 127 až 137.
7. EID, TM., et al. Estimation of retinal nerve fiber layer thickness and relationship to optic disc topography and visual field. *Invest. Ophthalmol., Vis. Sci.*, 1996, vol. 15, p. 1094.
8. GLUCK, R., et al. Comparison between laser polarimetric nerve fiber thickness and Tomographic retinal surface height. *Invest. Ophthalmol., Vis. Sci.*, 1996, vol. 37, p. 1152.
9. HRADECKÁ, V. – TĚŠÍNSKÝ, P. Pracovní uplatnění glaukomatiků. *Čs. Oftal.*, 1987, roč. 43, s. 349–353.
10. KAMAL, DS., et al. *Br. J. Ophthalmol.*, 1999, vol. 83, p. 290–294.
11. LOPEZ, AA. Optic nerve assessment: A clinical endpoint of optic neuropathy. *Eur. J. Ophthalmol.*, 1999, vol. 1, p. S37–S39.
12. MAILLE, M., et al. La tension intra – oculaire chez l'aviateur. *Medicine Aéronautique et Spatiale*, 1986, vol. 25, no. 99, p. 215–217.
13. MIKELBERG, FS. – WIJSMAN, K. – SCHULZER, M. Reproducibility of topographic parameters obtained with the Heidelberg Retina Tomograph. *J. Glaucoma*, 1993, vol. 2, p. 101–103.
14. NAKLA, M., et al. Comparison of imaging techniques to detect glaucomatous optic nerve damage. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 1999, vol. 40, p. S397.
15. ROHRSCHEIDER, K. – BURK, ROW. – VOLCKER, HE. Reproducibility of the optic nerve head topography with a new laser tomographic scanning device. *Ophthalmology*, 1994, vol. 101, p. 1044–1049.
16. ŘEHÁK, S., aj. Změny pracovní schopnosti u nemocných glaukomem. *Čs. Oftal.*, 1980, roč. 36, s. 17–20.
17. Tredici, TJ. Screening and Management of Glaucoma in Flying Personnel. *Milit. Med.*, 1980, vol. 145, p. 34–38.
18. WEINREB, RN., et al. Effect of repetitive imaging on topographic measurements of the optic nerve head. *Arch. Ophthalmol.*, 1993, vol. 111, p. 636–638.
19. WEINREB, RN. – ZANGWILL, LM. Imaging technologies for assessing neuroprotection in glaucomatous optic neuropathy. *Eur. J. Ophthalmol.*, 1999, vol. 9, p. S 40–S 43.
20. WEINREB, RN. Assessment of optic disc topography for diagnosing and monitoring glaucoma. *Arch. Ophthalmol.*, 1998, vol. 116, p. 1229–1231.
21. ZANGWILL, LM., et al. Comparison of structural parameters of glaucoma suspects eyes with normal and glaucoma eyes by scanning laser tomography. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 1995, vol. 36, p. S 975.

Korespondence: Plk. MUDr. Dušan Bartoš, CSc.
Ústav leteckého zdravotnictví
Generála Píky 1
160 41 Praha 6
e-mail: bartos@telecom.cz

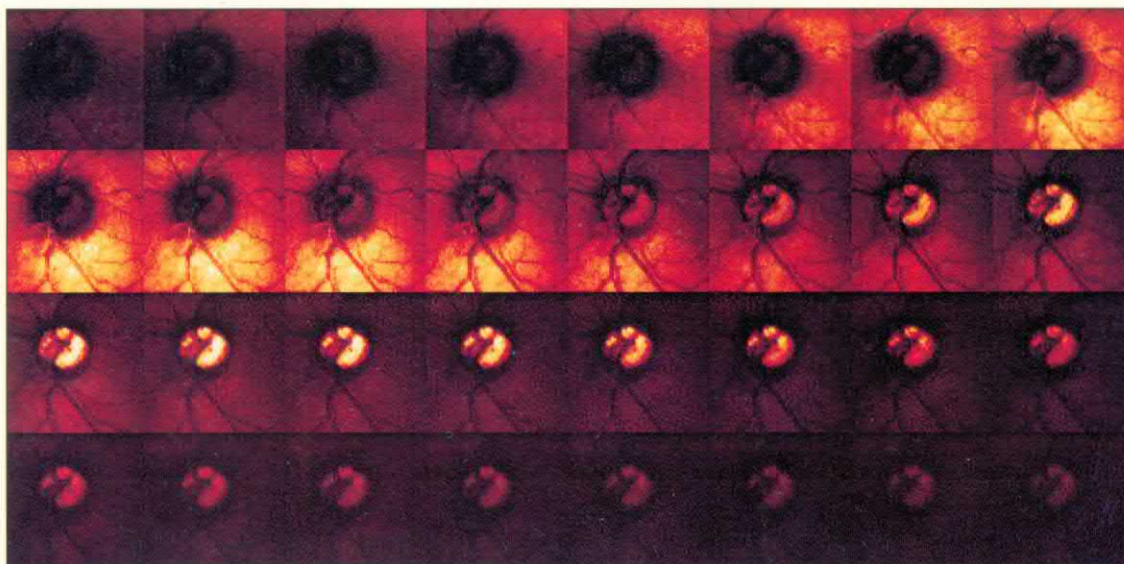
Do redakce došlo 21. 1. 2003



Obr. 1: Heidelbergský retinální tomograf



Obr. 2: Konfokální laserový skenovací systém



Obr. 3: 3D zobrazování