

Univerzita Karlova v Praze

Lékařská fakulta v Hradci Králové



3D UZ rekonstrukce periferního nervu

Tomáš Hosszú

Autoreferát disertační práce

Doktorský studijní program Lékařská biofyzika

Hradec Králové
2009

Disertační práce byla vypracována v rámci kombinovaného studia doktorského studijního programu Lékařská biofyzika na Ústavu lékařské biofyziky a informatiky Lékařské fakulty UK v Hradci Králové.

Student: MUDr. Tomáš Hosszú

Školitel: Prof. MUDr. Pravoslav Stránský, CSc.

Oponenti:

Prof. MUDr. RNDr. Jiří Beneš, CSc., Ústav biofyziky a informatiky, 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy v Praze

Prof. MUDr. Ivo Hrazdira, DrSc., emeritní profesor, Klinika zobrazovacích metod, FN u svaté Anny, Brno

Obhajoba se koná před Komisí pro obhajoby disertačních prací v doktorském studijním programu Lékařská biofyzika 10. 9. 2009 od 11,00 hod. v učebně č. 3 Ústavu lékařské biofyziky, Lékařská fakulta UK v Hradci Králové

S disertační prací je možno se seznámit na děkanátu Lékařské fakulty v Hradci Králové, Univerzity Karlovy v Praze, Šimkova 870, 500 38 Hradec Králové (tel. 495 816 131).

Doc. Ing. Josef Hanuš, CSc.

Předseda komise pro obhajoby disertačních prací v doktorském studijním programu Lékařská biofyzika.

Obsah:

Souhrn:.....	4
Summary:.....	4
Úvod do problematiky:	5
Cíle disertační práce:	7
Metodika:.....	8
Výsledky:.....	11
Diskuse:.....	13
Závěry:	15
Literatura:	16
Přehled publikační činnosti autora:	19

Souhrn:

Disertační práce se zabývá dodatečným zpracováním ultrazukového obrazu periferního nervu. Navrhuje metodiku prostorového sledování polohy UZ sondy při snímání obrazu pomocí elektromagnetického 3D trackeru. Dále navrhuje techniku poloautomatické segmentace obrazu a matematickou metodu rekonstrukce povrchu modelu reálného nervu a z něj pak vycházející výpočet plochy průřezu, poměru oploštění a některých charakteristik echotextury nervu. V diskusi pak poukazuje na slabá místa zvolených metod výpočtu a navrhuje alternativní matematické metody.

Summary:

This doctoral thesis deals with post-processing of peripheral nerve ultrasound image. Thesis is suggesting method of spatial tracing of ultrasound probe location using electromagnetic 3D tracker. Further, it brings in technique for semiautomatic image segmentation and mathematic method for real nerve model surface reconstruction, resulting in cross-sectional area, flattening ratio and some echostructure feature calculation. In the discussion part is this thesis pointing at weak points of computational methods used, and suggests alternative mathematical techniques.

Úvod do problematiky:

Současná literatura je k perifernímu nervu jako objektu UZ vyšetření poměrně skoupá. Lze najít práce zabývající se přímo diagnostikou onemocnění periferního nervu, jako jsou například úžinové syndromy - nejčastější patologie periferního nervu (1), nebo obrazem novotvarů ve formě kasuistik (2).

Charakteristika echotextury UZ obrazu nervu jako takového byla dobře popsána v roce 1995 (3). Práce hledá souvislosti mezi histologickým a UZ obrazem, směřována je ovšem k rozlišení nervu od šlachy. Nenašel jsem práce popisující echotexturu nervu objektivním způsobem, pouze subjektivní popis charakteristiky některých nervů a subjektivně popsané změny echogenity u kompresivních syndromů (4).

Klinicky se prokázalo za významné měření některých rozměrů nervu. A to především plochy průřezu a poměru oploštění (1, 5, 6). Změna těchto parametrů svědčí o kompresi nervu.

3D ultrazvuk v souvislosti s periferním nervem je v literatuře zmíněn pouze omezeně. Jeho využití, zvláště pak v oblasti hodnocení tumorů je ovšem doporučeno (7). Standardně je používán k měření optického nervu, navíc s lepšími výsledky než MRI nebo CT (8). Byl využit i při mapování anatomie, např. brachiálního plexu (9).

Na druhou stranu, navigovaný ultrazvuk, ve smyslu prostorového sledování UZ sondy, je široce využíván především v oblasti provádění punkcí, jak k provedení biopsie, tak k anesteziologickým účelům a to již i za použití robotiky (10).

Cíle disertační práce:

Hlavním cílem práce je sestavit softwarový produkt, který umožní postprocessing 2D vysokofrekvenčního ultrazvukového vyšetření periferního nervu a nabídne v uživatelsky čitelném prostředí výsledky měření a dalšího zpracování.

Práci lze rozdělit na několik částí:

1. Spojení ultrazvukové sondy a prostorového senzoru (3D trackeru)
2. Nasnímání synchronizovaných dat videosekvence 2D ultrazvuku a prostorového snímače
3. Segmentace 2D ultrazvukových snímků
4. 3D rekonstrukce povrchu a osy sledované struktury – nervu
5. Výpočet základních parametrů modelu a vývoje těchto parametrů podél osy
6. Texturová analýza zdrojových 2D snímků

Metodika:

Základním principem vzniku UZ obrazu je odraz mechanického vlnění. K vyšetření periferního nervu ultrazvukem je nutno použít vysokofrekvenční sondy 7,5-17 MHz, podle habitu pacienta, velikosti a uložení nervu.

Pro snímání polohy sondy v prostoru vybírám elektromagnetickou navigaci. Principem je sledování elektromagnetického senzoru v okolí vysílače elektromagnetických vln.

Aplikace byla programována v jazyce C# za použití volně dostupného vývojového prostředí Visual Studio Express firmy Microsoft.

Obrazová data jsou získávána přímo z UZ zařízení. Prakticky všechny moderní UZ zařízení zpracovávají obraz v číslicové formě. Nicméně podle informace od více výrobců je záměrně neumožněno získat přímo digitální obrazový výstup. Důvodem je ochrana dat a autorského práva instalovaného softwaru. Proto jsem použil analogový výstup, který digitalizuji v externím zařízení.

Vytvoření metodiky výpočtů, jejichž stručný popis je zde uveden, je hlavní obsahovou částí vlastní disertační práce.

Obraz získaný UZ vyšetřením zahrnuje v sobě i okolní struktury. Abychom mohli uvažovat pouze sledovanou strukturu, v tomto případě nerv, je nutné ho v obraze identifikovat, tedy provést segmentaci obrazu. Typický

charakter UZ obrazu nervu s neostrými hranicemi automatickou segmentaci značně znesnadňuje, proto jsem za předpokladu spíše individuálního využití softwaru přistoupil k manuální segmentaci obrazu pomocí spline. Tento způsob segmentace je méně časově náročný než kompletní ruční konturování a vstupem lidského faktoru nejvíce odpovídá anatomické realitě.

S využitím celé spline ohraničující nerv na UZ obraze, po její transformaci z 2D do 3D, získám sadu spline křivek pro jednotlivé řezy. Tím vznikne síť bodů na povrchu nervu. Pro konstrukci povrchu, tedy mesh jsem použil metodu publikovanou v (11).

Za předpokladu, že ve zdrojových datech nejsou tangenciální řezy a každý zdrojový UZ obraz, tedy řez, protíná objekt celý, i když ne kolmo na osu, lze za osu pokládat plynulou křivku procházející středy těchto řezů – centroidy.

Průřez tubulárního objektu v jeho libovolném bodě je řez rovinou na objekt kolmou. Máme-li definovanou spline funkci pro osu objektu, rovina řezu bude na něj kolmá. Tato rovina pak protíná mesh povrchu a vytíná na něm uzavřenou křivku, na kterou lze nahlížet jako na polygon ve 2D. Mesh je definována jako sada na sebe navazujících trojúhelníků, tedy hledáme vlastně průnik roviny a odpovídajících trojúhelníků z mesh. Průnik roviny a trojúhelníku je úsečka, všechny úsečky pak za těchto podmínek na sebe navazují a formují hledaný polygon.

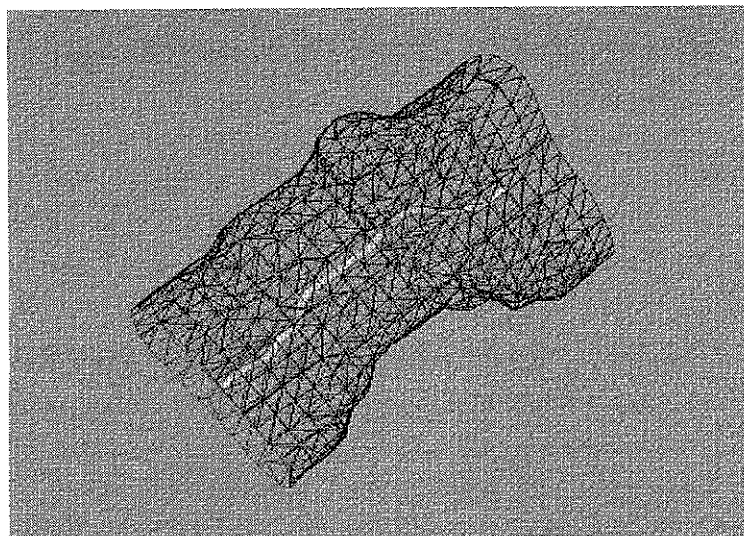
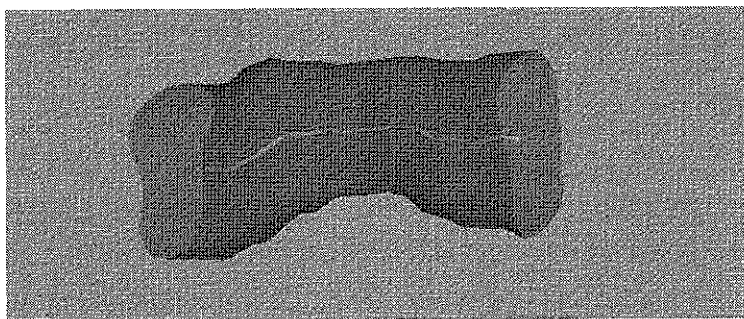
Poměr oploštění chápeme jako poměr největšího a nejmenšího průměru nervu, v transversálním řezu (1, 5). Pro nalezení maximálního průměru volím hledání dvou bodů z polygonu obvodu řezu, které mají maximální vzdálenost. Nalezení minimálního průměru je ovšem obdobnou dobře definovanou metodou možné jen pro konvexní polygony. Tuto podmínku ovšem nelze bezpečně splnit. Vrátime-li se k anatomickému tvaru nervu nejvíce podobnému elipse, nejmenší průměr by pak měl být průměrem kolmým na maximální průměr v jeho přesném středu.

Ultrazvukový obraz vyšetřované oblasti (ultrasonogram, echogram) představuje ve své podstatě mapu strukturních prvků o různé akustické impedanci ve zvolené rovině. Rozdíly v akustické impedanci určují stupeň odrazivosti -echogenity- dané tkáně. UZ obraz tedy představuje UZ texturu sledované tkáně. „Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)“, je jednou z nejvíce známých metod texturové analýzy, vypovídá o statistických vlastnostech obrazu. Tyto jsou známé také jako Haralick-ovi texturové vlastnosti. (12, 13). Většina literárních referencí týkajících se texturové analýzy UZ obrazu v medicíně se odkazuje právě na ni a proto je využita i v této práci.

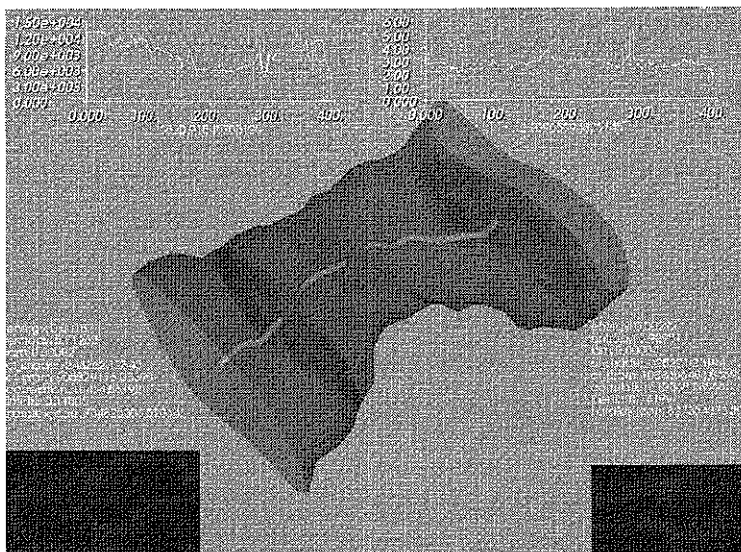
Výsledky:

Výsledkem disertační práce je konkrétní softwarové řešení postprocesingu UZ obrazu prostorově orientovaně snímaného.

Modely nervu:



Komplexní model nervu s analýzou jeho vlastností – uprostřed interaktivní model, vlevo nahoře vývoj plochy průřezu podél osy nervu, vpravo nahoře vývoj poměru oploštění podél osy:



Diskuse:

Základním problémem jakéhokoliv dalšího zpracování UZ obrazu je jeho kvalita. Moderní přístroje disponují velkým stupněm volnosti nastavení, a proto akvizici dat nelze doporučit do rukou nezkušenému diagnostikovi. Zdrojem dat pro zpracování by měl být vždy rentgenolog s dostatečnou zkušeností s UZ.

Za velký neúspěch považuji selhání automatické segmentace v podobě aktivních kontur. Manuální segmentace, použita zde, je proces značně náročný, odsuzující software prozatím k experimentálnímu využití a brání i eventuálnímu širšímu nasazení. Nabízí se využití např. graph-based segmentace (14) nebo využití umělé inteligence (15) a inkorporování anatomicko-patologických zákonitostí.

Přesto, že navrhnutý Hoppeův algoritmus pro rekonstrukci mesh z množiny neorganizovaných bodů je méně citlivý na nepravidelné rozložení, nelze tímto postupem rekonstruovat povrch objektu z bodů, které mají lokálně významně menší hustotu, např. pro případy vynechání části nervu ve vyšetření UZ, byť i jenom nepříznivou náhlou změnou sklonu sondy při vyšetření. Jinou možnou metodou rekonstrukce povrchu je „Power crust“ (16).

Diskutabilní je výpočet poměru oploštění a to z důvodu způsobu hledání nejmenšího průměru. Matematicky je ideálním řešením aproximace řezu na elipsu. Jelikož pro tento postup není opora v literatuře, subjektivně jsem zvolil raději

postup odpovídající postupu rentgenologa při vyšetření, tak jak bylo publikováno autory, kteří prokázali význam koeficientu oploštění (1,6). Opticky subjektivně je dominantní průměr maximální a průměr minimální pak bude hledat diagnostik kolmo na maximální průměr.

Ze statistického charakteru výpočtů parametrů textury plyne, že z nich není možné přímo usuzovat na vlastnosti nebo patologie nervu. Zhodnocení, zda jsou právě tyto vlastnosti textury vhodné pro hodnocení patologických nálezů na nervu a stanovení hraničních hodnot pro ně není předmětem této práce a vyžaduje rozsáhlý soubor vyšetřených osob.

Závěry:

Práce splnila svoje cíle, pouze v otázce segmentace UZ obrazu nervu bude nutné hledat alternativní řešení, které bude více splňovat předpokládaný stav.

Softwarová aplikace je nástrojem, který by dále měl být podroben testování na skutečném vzorku vyšetřovaných osob. Pokud se 3D postprocessing ukáže jako vyhovující ve fyziologických případech, bude možné postoupit ke stanovení hranic sledovaných parametrů a eventuálně k hledání korelátu s patologiemi periferního nervu.

Praktický dopad práce je tedy v experimentální podobě, neboť s výjimkou průřezu nervu (konkrétně n. medianus) nejsou stanovena fyziologická rozmezí měřených parametrů. Proto nelze zařadit software do klinického využití bez kontroly jinou standardizovanou vyšetřovací metodou. Podle současné literatury je software jedním z prvních, kteří kalkulují objektivní vlastnosti echotextury periferního nervu.

Lze uvažovat i o dalším rozvoji, především v otázce automatické segmentace UZ nervu, pravděpodobně za spolupráce se specializovaným centrem zabývajícím se komplexnějšími technologiemi segmentace obrazu. Další vývoj softwaru je závislý na především na podnětech z klinické praxe.

Literatura:

1. BUCHBERGER, W.; SCHON, G.; STRASSER, K. et al. High-resolution ultrasonography of the carpal tunnel. *J Ultrasound Med*, 1991, vol. 10, no. 10, p. 531-537. ISSN 0278-4297.
2. BENDIX, N.; WOLF, C.; GRUBER, H. et al. [Pictorial essay: Ultrasound of tumours and tumour-like lesions of peripheral nerves]. *Ultraschall Med*, 2005, vol. 26, no. 4, p. 318-324. ISSN 0172-4614.
3. SILVESTRI, E.; MARTINOLI, C.; DERCHI, L. E. et al. Echotexture of peripheral nerves: correlation between US and histologic findings and criteria to differentiate tendons. *Radiology*, 1995, vol. 197, no. 1, p. 291-296. ISSN 0033-8419.
4. WALKER, F. O.; CARTWRIGHT, M. S.; WIESLER, E. R. et al. Ultrasound of nerve and muscle. *Clin Neurophysiol*, 2004, vol. 115, no. 3, p. 495-507. ISSN 1388-2457.
5. WONG, S. M.; GRIFFITH, J. F.; HUI, A. C. et al. Discriminatory sonographic criteria for the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Arthritis Rheum*, 2002, vol. 46, no. 7, p. 1914-1921. ISSN 0004-3591.
6. KOTEVOGLU, N.; GULBAHCE-SAGLAM, S. Ultrasound imaging in the diagnosis of carpal tunnel syndrome and its relevance to clinical evaluation. *Joint Bone Spine*, 2005, vol. 72, no. 2, p. 142-145. ISSN 1297-319X.

7. AMORETTI, N.; GRIMAUD, A.; HOVORKA, E. et al. Peripheral neurogenic tumors: is the use of different types of imaging diagnostically useful? *Clin Imaging*, 2006, vol. 30, no. 3, p. 201-205. ISSN 0899-7071.
8. GARCIA, J. P., JR.; GARCIA, P. M.; ROSEN, R. B. et al. Optic nerve measurements by 3D ultrasound-based coronal "C-scan" imaging. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*, 2005, vol. 36, no. 2, p. 142-146. ISSN 1542-8877.
9. CASH, C. J.; SARDESAI, A. M.; BERMAN, L. H. et al. Spatial mapping of the brachial plexus using three-dimensional ultrasound. *Br J Radiol*, 2005, vol. 78, no. 936, p. 1086-1094. ISSN 0007-1285.
10. KETTENBACH, J.; KRONREIF, G.; FIGL, M. et al. Robot-assisted biopsy using ultrasound guidance: initial results from in vitro tests. *Eur Radiol*, 2005, vol. 15, no. 4, p. 765-771. ISSN 0938-7994.
11. HOPPE, H. Surface reconstruction from unorganized points. June 1994. PhD. University of Washington, Dept. of Computer Science and Engineering.
12. HARALICK, R. M. Statistical and structural approaches to texture. *Proceedings of the IEEE*, 1979, vol. 67, no. 5, p. 786 - 804.
13. HARALICK, R. M.; SHANMUGAM, K.; DINSTEN. Textural Features for Image Classification. *Systems, Man and*

Cybernetics, IEEE Transactions on, 1973, vol. 3, no. 6, p. 610-621. ISSN 0018-9472.

14. FELZENSZWALB, P. F.; HUTTENLOCHER, D. P. Efficient Graph-Based Image Segmentation. *Int. J. Comput. Vision*, 2004, vol. 59, no. 2, p. 167-181. ISSN 0920-5691.
15. VITULANO, S.; RUBERTO, C. D.; NAPPI, M. *A.I. Based Image Segmentation: Proceedings of the 8th International Conference on Image Analysis and Processing*. Springer-Verlag, 1995.
16. AMENTA, N.; CHOI, S.; KOLLURI, R. K. *The power crust: Proceedings of the sixth ACM symposium on Solid modeling and applications*. Ann Arbor, Michigan, United States: ACM, 2001.

Přehled publikační činnosti autora:

Monografie a kapitoly v monografiích

HOSSZÚ, T.; JAKUBEC, J. Hydrocefalus. In NÁHLOVSKÝ, J. *Neurochirurgie*. Praha : Galén, 2006. p. 470-479. ISBN 80-7262-319-2.

Původní články

ŘEHÁK, S.; KRAJINA, A.; NÁHLOVSKÝ, J.; MALEC, R.; ŠTEŇO, J.; ADAMKOV, J.; ČESÁK, T.; KANTA, M.; HOSSZÚ, T.; RYŠKA, P. Klinické projevy, strategie a výsledky léčby přímých karotidokavernózních píštělí. *Čes Slov Neurol Neurochir*, 2005, vol. 68/101, no. 6, p. 382-388. IF 0.037

ČESÁK, T.; NÁHLOVSKÝ, J.; HOSSZÚ, T.; ŘEHÁK, S.; LÁTR, I.; NĚMEČEK, S.; ČÁP, J.; RYŠKA, P.; ŠUBA, P.; CERMAN, J. Longitudinální sledování růstu pooperačních reziduí afunkčních adenomů hypofýzy. *Čes Slov Neurol Neurochir*, 2009, vol. 72, no. 2, p. 115-124. IF 0.037

JAKUBEC, J.; MALEC, R.; HOSSZÚ, T.; JAKUBCOVÁ, O. Trauma lebky a mozku v dětském věku. *Neurol pro Praxi*, 2003, vol. 4, no. 6, p. 301-306.

KANTA, M.; EHLER, E.; HOSSZÚ, T.; DAŇKOVÁ, C.; LAŠTOVIČKA, D.; ADAMKOV, J.; HOBZA, V.; ŘEHÁK, S. Měření tlaků v karpálním tunelu při operacích syndromu karpálního tunelu. *Rozhl Chir*, 2005, vol. 84, no. 5, p. 253-257.

ŘEHÁK, S.; MAISNAR, V.; MÁLEK, V.; NÁHLOVSKÝ, J.; RYŠKA, P.; KALTOFEN, K.; ČESÁK, T.; KANTA, M.; ADAMKOV, J.; HOSSZÚ, T. Pozdní diagnostika páteřního postižení u myelomu. *Neural pro Praxi*, 2005, vol. 6, no. 3, p. 171-174.

HOSSZÚ, T.; KANTA, M.; ČESÁK, T.; ŘEHÁK, S. Metody UZ vyšetření periferního nervu. Lékař a technika, přijato k publikaci 2009.

Statě ve sbornících

ČESÁK, T.; NÁHLOVSKÝ, J.; HOSSZÚ, T.; ŘEHÁK, S.; CERMAN, J.; NĚMEČEK, S.; ČÁP, J.; RYŠKA, P. Proliferační a růstová aktivita afunkčních adenomů hypofýzy : pracovní dny České neurochirurgické společnosti ČLS JEP s mezinárodní účastí v Plzni. *Čes Slov Neurol Neurochir Suppl*, 2006, vol. 69/102, no. 3, p. 33. IF 0.037

ŘEHÁK, S.; KRAJINA, A.; MÁLEK, V.; ODRÁŽKA, K.; NÁHLOVSKÝ, J.; RYŠKA, P.; UNGERMANN, L.; ADAMKOV, J.; ČESÁK, T.; KANTA, M.; TALÁB, R.; HOSSZÚ, T. Význam předoperační embolizace metastáz Grawitzova nádoru v páteři : pracovní dny České neurochirurgické společnosti ČLS JEP s mezinárodní účastí v Plzni. *Čes Slov Neurol Neurochir Suppl*, 2006, vol. 69/102, no. 3, p. 23. IF 0.037

HABALOVÁ, J.; HOSSZÚ, T.; LACO, J.; NÁHLOVSKÝ, J.; KANTA, M. Hydrocefalus jako symptom bazilární meningitis: Pracovní dny České neurochirurgické společnosti a Pracovní skupiny intervenční radiologie, Ústí nad Labem, 2008. *Čes Slov Neurol Neurochir Suppl*, 2008, vol. 71/104, no. 2, p. 35. IF 0.037

ČESÁK, T.; NÁHLOVSKÝ, J.; HOSSZÚ, T.; ŘEHÁK, S.; LÁTR, I.
Poeprační rezidua afunkčních adenomů hypofýzy: Pracovní
dny České neurochirurgické společnosti a Pracovní skupiny
intervenční radiologie, Ústí nad Labem, 2008. *Čes Slov Neurol
Neurochir Suppl*, 2008, vol. 71/104, no. 2, p. 59. IF 0.037

**HOSSZÚ, T. Speciální software pro ordinaci praktického
lékaře : Zpráva z 386. zasedání Fyziologické sekce ČLS J. E.
Purkyně a pobočky Československé biologické společnosti,
Hradec Králové, 1997. *Lék Zpr lék Fak Univ Karlovy Hr
Králové*, 1997, vol. 42, no. 3/4, p. 105.**

STRAKA, L.; HOSSZÚ, T. Grafický generátor pro vědecké
databáze : Zpráva z 386. zasedání Fyziologické sekce ČLS J. E.
Purkyně a pobočky Československé biologické společnosti,
Hradec Králové, 1997. *Lék Zpr lék Fak Univ Karlovy Hr
Králové*, 1997, vol. 42, no. 3/4, p. 107.

STRAKA, L.; HOSSZÚ, T. Generator for scientific database.
Advanced in Medical Physics, Biophysics and Biomaterials,
1997, p.208.

**HOSSZÚ, T. Special software for general practitioner office.
Advances in Medical Physics, Biophysics and Biomaterials,
1997, p.200.**

MAŠÍN, V.; STRAKA, L.; HOSSZÚ, T.; STRÁNSKÝ, P. Počítačová
podpora rozhodování v podávání transfúzí : 21. dny lékařské
biofyziky pořádané Ústavem lék. biofyziky 2. LF UK v Praze.
Horní Poříčí, 1998. *Sb Lek*, 1998, vol. 99, no. 4, p. 493-496.

MAŠÍN, V.,; STRAKA, L.; HOSSZÚ, T.; STRÁNSKÝ, P. „HELP“ systém pro indikaci podání krevních derivátů. In *Sborník abstrakt XXI. dnů lékařské biofyziky*, 1998, p. 44.

HOBZA, V.,; KANTA, M.,; HOSSZÚ, T. Metastázy do mozku – léčebná strategie. In *Sborník abstrakt postgraduálního kurzu v neurochirurgii*, 2001.

HOBZA, V.,; JAKUBEC, J.,; ZADROBÍLEK, K.,; HOSSZÚ, T.,; KANTA, M. Complex stereotactic localization of intracranial structures with impedance monitoring. In *NEURO-SKI Harrachov, Abstrakta*, 2002, p. 37-38.

HOSSZÚ, T. Argonová plasma koagulace. In *Sborník abstrakt XXV. dnů lékařské biofyziky*, Vrútky-Piatrová, 2002, p. 22.

KANTA, M.,; HOSSZÚ, T.,; UNGERMANN, L.,; RYŠKA, P.,; DAŇKOVÁ, C.,; HOBZA, V. Ultrasound and monitoring of intracarpal pressure- new modalities in the treatment of carpad tunnel syndrome. In *NEURO-SKI Harrachov, Abstrakta*, 2003.

HOSSZÚ, T. Dynamická 3D rekonstrukce periferního nervu - metodika. In *Sborník abstrakt XXVI. dnů lékařské biofyziky*, 2003, p. 35.

STRÁNSKÝ, P.,; HOSSZÚ, T. Počítačem podporované rozhodování v neurochirurgii po 35 letech. In *Sborník abstrakt XXVI. dnů lékařské biofyziky*, 2003, p. 75.

HOSSZÚ, T. Dynamická 3D rekonstrukce periferního nervu. In *Sborník abstrakt XXVII. dnů lékařské biofyziky, 2004*, p. 21.

HOSSZÚ, T. 3D rekonstrukce periferního nervu. In *Sborník abstrakt XXVIII. dnů lékařské biofyziky, 2005*, p. 31.

HOSSZÚ, T.; LÁTR, I., TUČEK, L. Komplikovaný případ karcinomu vedlejších dutin nosních – hranice chirurgické léčby. In *11. Pracovní dny chirurgie baze lební, Dvůr Králové nad Labem, Abstrakta, 2006*.

LÁTR, I.; NÁHLOVSKÝ, J.; JIROUSEK, Z.; HOSSZÚ, T. 10 let zkušeností v chirurgii lebeční spodiny. In *11. Pracovní dny chirurgie baze lební, Dvůr Králové nad Labem, Abstrakta, 2006*

ŘEHÁK, S.; MAISNAR, V.; MÁLEK, V.; NÁHLOVSKÝ, J.; RYŠKA, P.; KALTOFEN, K.; ČESÁK, T.; KANTA, M.; ADAMKOV, J.; HOSSZÚ, T. Late diagnosis of spinal multiple spine myeloma : The tenth scientific conference of the Charles University, Faculty of Medicine and University Hospital, Hradec Králové. *Acta Medica (Hradec Králové) Suppl*, 2006, vol. 49, no. 2, p. 150.

HOSSZÚ, T. Anterolaterální přístupy k bazi lební. In *XIV. Postgraduální kurz v neurochirurgii. Sborník abstrakt, 2007, p.40-41*.

HOSSZÚ, T.; TUČEK, L. Role rozsáhlých resekcí u karcinomu vedlejších dutin nosních. In *Kuncův memoriál, Abstrakta , Praha, 2007, p.37-38*.

Přednášky na odborných setkáních

HOSSZÚ, T. Grafický generátor pro vědecké databáze. *43. fakultní studentská vědecká konference v Hradci Králové, 1997.*

HOSSZÚ, T. Speciální software pro ordinaci praktického lékaře. *386. Plenární zasedání fyziologické sekce České lékařské společnosti J.E. Purkyně v Hradci Králové, 1997.*

HOSSZÚ, T. Speciální software pro ordinaci praktického lékaře. *43. fakultní studentská vědecká konference v Hradci Králové, 1997.*

HOSSZÚ, T. Argonová plasma koagulace. *XXV. dni lékařské biofyziky, Vrútky-Piatrová, 2002.*

HOSSZÚ, T. Dynamická 3D rekonstrukce periferního nervu - metodika. *XXVI. dni lékařské biofyziky. Senohraby u Prahy, 2003.*

HOSSZÚ, T. Dynamická 3D rekonstrukce periferního nervu. *XXVII. dni lékařské biofyziky. Černý Důl v Krkonoších, 2004.*

HOSSZÚ, T. 3D rekonstrukce periferního nervu. *XXVIII. dni lékařské biofyziky. Valtice, 2005.*

HOSSZÚ, T.; LÁTR, I., TUČEK, L. Komplikovaný případ karcinomu vedlejších dutin nosních – hranice chirurgické léčby. *11. Pracovní dny chirurgie baze lební. Dvůr Králové nad Labem, 2006*

HOSSZÚ, T. Anterolaterální přístupy k bazi lební. XIV.
Postgraduální kurz v neurochirurgii. Hradec Králové, 2007.

HOSSZÚ, T.; TUČEK, L. Role rozsáhlých resekcí u karcinomu
vedlejších dutin nosních. *Kuncův memoriál*. Praha, 2007.

