

---

# NEVRONAVIGACIJA V SPLOŠNI BOLNIŠNICI MARIBOR

## NEURONAVIGATION IN MARIBOR GENERAL HOSPITAL

Zinka Škorjanec, dipl. inž. rad., Marko Vinter, inž. rad., Splošna bolnišnica Maribor,  
Oddelek za radiologijo, Ljubljanska 5, 2000 Maribor

### IZVLEČEK

Natančna lokalizacija patološke spremembe, čim lažji kirurški dostop in odstranitev le-te ob čim manjši poškodbi zdravih struktur je za nevrokirurga bistvenega pomena.

Hiter razvoj novih slikovnih diagnostičnih metod s pomočjo računalnika je prinesel tudi možnost slikovno vodenih operacij. Takšno možnost nam nudi sistem za nevronavigacijo, ki ga v naši ustanovi uporabljamo že od leta 2002 in je vezan na kontrastno CT preiskavo glave.

### 1 UVOD

Nevronavigacija ima svoje korenine v tehnikah stereotaktične kirurgije, ki se uporabljajo za izračunavanje lokalizacije tarče znotraj trodimenzionalnega prostora. Stereotaksija je stara metoda, ki kot glavni pripomoček uporablja stereotaktični okvir, pritrjen na pacientovo glavo, ki pa lahko moti kirurški dostop in ne omogoča povratne intraoperativne

### ABSTRACT

For neurosurgeon is extremely important the exact localisation of pathological altered tissue, as well as the easiest admission to that tissue and the excision with the minor damage of the normal tissue.

The rapid development of the computer processed diagnostic imaging methods has enabled surgical operations aided by imaging. This characteristics provides the system for neuronavigation being used in our hospital since 2002 for the contrast CT head examination.

slikovne informacije. Zato je prišlo do razvoja nevronavigacijskih sistemov brez okvirja.

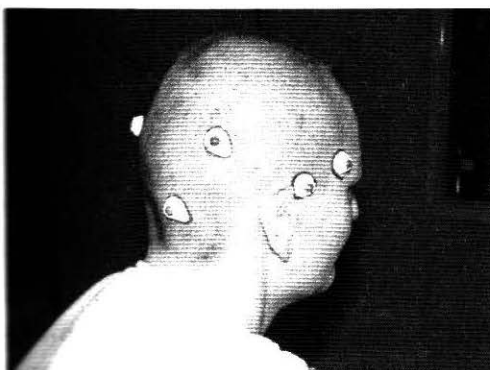
V naši ustanovi uporabljamo nevronavigacijski sistem VektorVision firme BrainLab že od leta 2002. Za zaznavanje položaja kirurških instrumentov glede na anatomske razmere se uporablja CT ali MR slike glave in optična detekcija odbojev infrardečih žarkov od

označevalcev. Tip markerjev je odvisen od vrste preiskave (CT ali MR).

## 2 IZVEDBA CT PREISKAVE

Pred preiskavo namesti nevrokirurg pacientu na glavo 6 referenčnih označevalcev-markerjev.

Sledi CT preiskava glave s kontrastnim sredstvom (KS), pri kateri je pomembno, da so zajeti vsi markerji in območje patološkega procesa.



Slika 1. Bolnik z markerji pred CT preiskavo

pomik mize	4 mm
debelina reza	2 mm
rekonstrukcijski interval	2 mm
kontrastno sredstvo	50 ml
napetost	120 kV
tok	150 mA

Tabela 1. CT parametri preiskave

Sledi prenos podatkov v DICOM formatu na računalnik s programsko opremo VektorVision, kjer se preveri položaj markerjev in točnost podatkov. Obstoječi sistem omogoča prikaz rekonstrukcij v treh ravninah: aksialni, koronarni in sagitalni. Markerji so dobro prikazani na slikah v vseh treh ravninah in služijo kot referenčne točke. Računalniški program sam zaznava lego markerjev. Preveriti je potrebno pravilnost njegovega izbora in po potrebi neustrezen izbor tudi ročno popraviti. Podatke o bolniku z rekonstrukcijami slik in označenimi položaji markerjev se posnamejo na prenosni medij (zip enota), ki se nato uporabi v operacijski dvorani.

## 3 NEVRONAVIGACIJSKI SISTEM V OPERACIJSKI DVORANI

Dve infrardeči kameri, na razdalji enega, metra sta pritrjeni na nosilec, s katerim se nastavi višina, oddaljenost od operativnega polja in pozicijski kot.

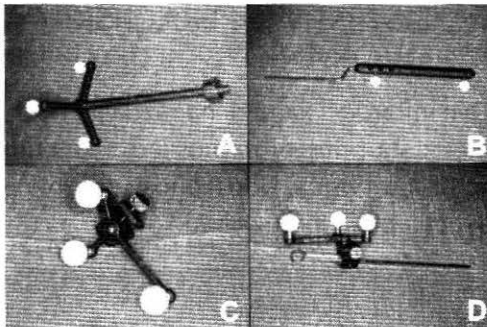


Slika 2. Sistem za navigacijo v operacijski dvorani med kalibracijo sistema in markerjev

Nosilec je pritrjen na poseben premični voziček, na katerem stoji tudi računalnik in monitor.

Oddaljenost kamer od operativnega polja je meter do dva metra. Okrog kamer so nameščene diode, ki oddajajo infrardečo svetlobo, kameri pa zaznavata infrardeče odboje. Kameri sta povezani z računalnikom in monitorjem, preko katerega spremljamo celoten postopek.

Bolniku v splošni anesteziji vpnejo glavo v Mayfieldov okvir in markerje z glave zamenjajo z fiksnim markerjem - zvezdo, ki ima tri referenčne točke, prevlečene z snovjo, ki odbija infrardeče žarke. Sledi kalibracija podatkov s posebnim kazalnikom, ki ima odbojne infrardeče točke. Pacienta nato sterilno prekrijejo.



*Slika 3. Reflektivne kroglice je možno pritrčiti tudi na ostale kirurške instrumente npr.: biopsijske kanile, mandren ventrikularnega katetra...*

Za označevanje mesta na glavi na CT slikah glave v treh ravninah med operacijo uporabi kirurg steriliziran kazalnik. Računalniški sistem glede na odboje infrardeče svetlobe od reflektivnih

kroglic, pritrjenih na inštrument ter tritočkovno zvezdo, izračunava položaj konice inštrumenta in je istočasno prikazan na monitorju v treh ravninah.

## 4 REZULTATI IN RAZPRAVA

Nevronavigacijski sistem se je pokazal kot zelo uporaben pristop pri subkortikalnih ali globlje ležečih lezijah. Pri takšnih lezijah je po kraniotomiji in odprtju dure težko natančno določiti njihovo mesto, saj ne segajo do površine možgan. S pomočjo navigacije pa je možno natančno določiti mesto kraniotomije, nato pa enostavno in z minimalno poškodbo zdrave možganovine doseči lezijo. Kraniotomija je iz istega razloga manjša, celotna operacija pa krajša.

Ob prednosti, ki jo daje nevronavigacijski pristop pa so se pokazale tudi njegove pomanjkljivosti. Ena takšnih pomanjkljivosti je slaba ločljivost večine možganskih lezij na CT slikah. Bistveno lažje in natančneje bi navigacijo uporabljali v povezavi z MR slikanjem. Problem predstavlja tudi sistem sam, ki uporablja pred operacijo narejene CT ali MR slike. Med operacijo pride do spremembe anatomskih razmer, sistem pa temu ne more slediti.

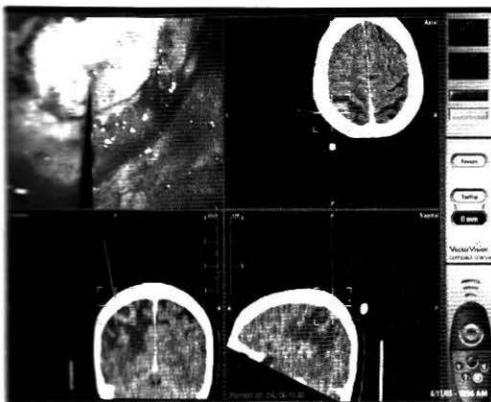
## 5 VLOGA RADIOLOŠKEGA INŽENIRJA

Vloga radiološkega inženirja je zelo pomembna pri zajemanju (izvedba preiskave) in prenosu podatkov, da ne

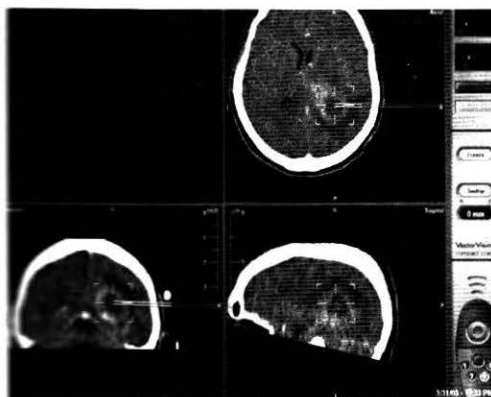
pride do nepopolnih ali napačnih podatkov. Poznati mora namen in specifično vlogo preiskave in povezavo s sistemom za obdelavo podatkov.

Nujno je tudi njegovo sodelovanje pri postavitvi sistema, ker pozna omejitve opreme na radiološkem oddelku.

## 6 PRIMERI



Slika 4. Uporaba nevronavigacije pri planiranju mesta kraniotomije pri operaciji možganske metastaze; mesto kazalnega inštrumenta nad tumorjem je prikazano na CT posnetkih v treh ravninah; v zgornjem levem kvadrantu je prikazana slika, kot jo vidimo pod kirurškim mikroskopom



Slika 5. Primer biopsije možganske lezije s pomočjo nevronavigacije.

## 7 ZAKLJUČEK

Hiter razvoj računalniških tehnologij in sodelovanje različnih vej medicine že prinaša številne nove možnosti na področju diagnostike in zdravljenja. Pričakujemo pa seveda razvoj tehnologij za intraoperativno spremljanje anatomskih sprememb, predvsem z uporabo radioloških sistemov (CT, MR), ter v bodočnosti operacije z roboti, pa čeprav zveni to sedaj še zelo utopično.

## LITERATURA

1. Spiegel EA, Wycis HT, Marks M, Lee AJ. Stereotaxic apparatus for operations on the human brain. *Science*. 1974;106:349-350. Sore U, Alberti O, Petermeyer M, Becker R, Bertalanffy H. Advanced image-guided skull base surgery. *Surg Neurol*. 2000;53:563-572.
2. Roberts DW, Strohbein JW, Hatch JF, Murray W, Kettenberger H. A frameless stereotactic integration of computerized tomographic imaging and the operating microscope. *J Neurosurg*. 1986;65:545-549.
3. Watanabe E, Mayanagi Y, Kosugi Y, Manaka S, Takatura K. Open surgery assisted by the Navigator, a stereotactic articulated, sensitive arm. *Neurosurg*. 1991;28:792-800.
4. Spetzger U, Laborde G, Gilsbach JM. Frameless neuronavigation in modern neurosurgery. *Minim Invasive Neurosurg*. 1995;38:163-166.

- 
5. Dornward NL, Alberti O, Velani B, Gerritsen FA, Harkness WFJ, Kitchen ND, Thomas DGT. Postimaging brain distortion: Magnitude, correlates and impact on neuronavigation. *J Neurosurg.*1998;88:656-662.
  6. Gumprecht HK, Widenka D, Lumenta C. BrainLab Vector Vision neuronavigation system: Technology and clinical experiences in 131 cases. *Neurosurgery.* 1999;44:97-105.
  7. Jannin P, Morandi X, Fleig OJ, Le Rumeur E, Toulouse P, Gibaud B, Scarabin JM. Integration of sulcal and functional information for multimodal neuronavigation. *J Neurosurg.* 2002;96:713-723.
  8. Grunert P, Espinosa J, Busert C, Gunthner M, Filippi R, Farag S, Hopf N. Stereotactic biopsies guided by an optical navigation system: technique and clinical experience. *Minim Invasive Neurosurg.* 2002;45:11-15.
  9. Broggi G, Ferroli P, Franzini A, Dones L, Marras C, Marchetti M, Maccagnano E. CT-guided neurosurgery: preliminary experience. *Acta Neurochir.* 2003;85:101-104.
  10. Alberti O, Riegel T, Hellwig D, Bertalanffy H. Frameless navigation and endoscopy. *J Neurosurg.* 2001;95:541-543.
  11. Steinmeier R, Rachinger J, Kaus M, Ganslandt O, Huk W, Fahlbusch R. Factors influencing the application accuracy of neuronavigation systems. *Stereotact Funct Neurosurg.* 2000;75:188-202.
  12. Gumprecht H, Ebel GK, Auer DP, Lumenta CB. Neuronavigation and functional MRI for surgery in patients with lesion in eloquent areas. *Minim Invasiv Neurosurg.* 2002;45:151-153.