

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

BIOMEDICINSKA INSTRUMENTACIJA
SEMINAR

Radiokirurgija

Branko Milanković

Zagreb, sječanj, 2015

Sadržaj

1. Uvod	3
2. Radiokirurška oprema.....	4
2.1 Radiokirurgija bazirana na kobaltu-60 (Gamma Knife®)	4
2.2 Radiokirurgija protonskim zrakama	7
2.3. Linearni akceleratori (LINAC)	7
3. Literatura	9

1. Uvod

Radiokirurgija, odnosno stereotaktička radiokirurgija je jedan oblik radioterapije gdje se visoko fokusiranim zrakama velike doze radijacije cilja u točno usko specifično područje u mozgu. Na taj način se tretiraju tumori mozga, leđne moždine i kralježnice (benigni i maligni), abnormalnosti u krvnim žilama u mozgu i ostalim funkcijskim nepravilnostima. Stereotaktička radiokirurgija ne spada u kirurški zahvat jer nema rezova, odnosno sam postupak je minimalno invazivan ali je promjena tkiva nakon tretmana toliko različita da odaje dojam kirurške intervencije. Pojam stereotaktički odnosi se na tro-dimenzionalni koordinatni sustav koji omogućuje preciznu korelaciju virtualne mete, koja se može vidjeti u pacijentovim dijagnostičkim slikama (CT, MRI i PET), s pravom pozicijom ciljanog područja u pacijentovoj anatomiji.

Potrebno je objasniti da radiokirurgija nije isto što i terapija radijacijom (radioterapija) iako oboje koriste radijacijsko zračenje za liječenje tumora i zapravo su komplementarne terapije. Naime radioterapija nije jako selektivna metoda, te će zračenje obuhvatiti i zdravo i tumorsko tkivo. Radioterapija se pouzda u osjetljivost tkiva na različite doze radijacije i na taj način djelovati na određeno tumorsko tkivo koje se želi uništiti, ili barem spriječiti rast. Kako bi se smanjila doza radijacije u zdravom tkivu, terapija je podijeljena na 10 do 30 sesija. Koristi se kod primarnih tumora mozga (tumora glija) kao i područja oko tumora u koja se tumor možda proširio, a nije vidljivo na slikama CT ili MRI skena.

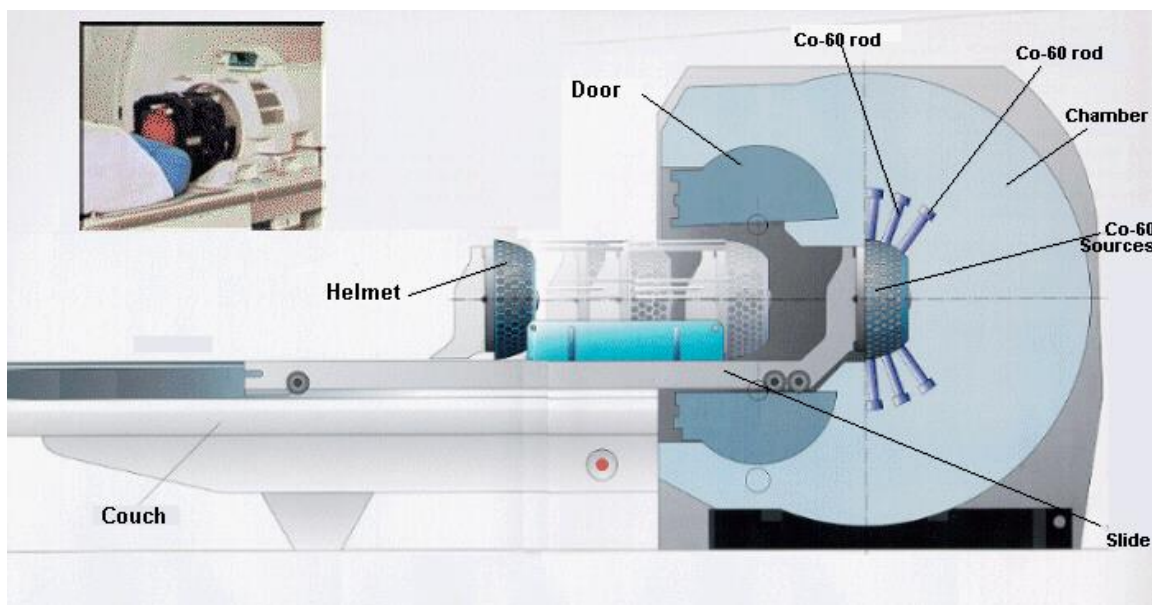
Kod radiokirurgije koristimo selektivno gađanje željenog tkiva radioaktivnim zrakama iz više izvora kako bismo na točno željenoj lokaciji povećali dozu radijacije, dok bi okolno zdravo tkivo imalo jednoliko raspodijeljenu manju dozu. Koristi se 192 ili više zraka, te je terapija namijenjena najčešće sekundarnim (metastaziranim) tumorima, tumorima koji se jasno vide na slikama CT ili MRI skeniranja, te za tumore kod kojih nema razloga da se u njihovoj okolini nalaze nevidljivi (CT-u i MRI-u) tumori.

2. Radiokirurška oprema

Radiokirurgiju možemo podijeliti na tri načina, gdje svaka koristi tehnološki drugačiji instrument. Svaki od uređaja radi na drugačiji način i koristi različiti izvor radijacije, te kao takvi svi imaju svoje prednosti i mane i mogu biti učinkovitiji u posebnim slučajevima. Podjela bazirana na:

- Radioaktivnom kobaltu-60 (Gamma knife)
- Protonskim zrakama
- Linearnom akceleratoru

2.1 Radiokirurgija bazirana na kobaltu-60 (Gamma Knife®)

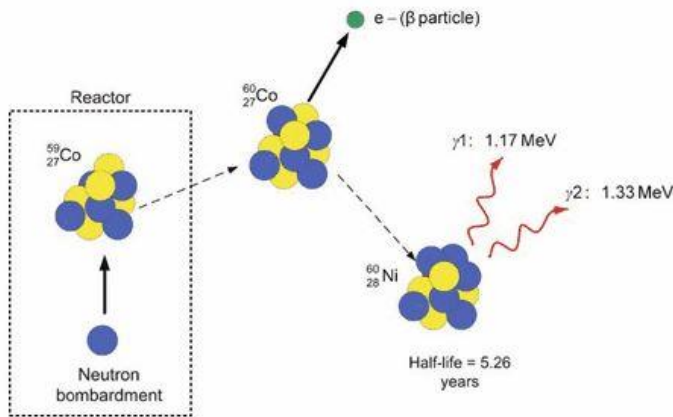


Slika 1. Presjek uređaja Gamma Knife

Na slici 1 je prikazan uređaj Gamma Knife. Sastoji se od hidrauličkog kreveta za pacijenta, kacige koja je zapravo kolimator i ne dira pacijentovu glavu, te velika radijacijska jedinica u koju se pacijentova glava dovodi pomicanjem hidrauličkog kreveta. Radijacijska jedinica se sastoji od radijalno orijentiranog polja od 201 radioaktivnog kobalt-60 izvora. Kobalt u svome stabilnom stanju ima atomsku masu

59 te se u reaktoru gađa s neutronom. Omjer proton/neutron postaje nestabilan te dolazi do β zračenja, nakon čega element postaje radioaktivni nikel koji emitira gama zračenje

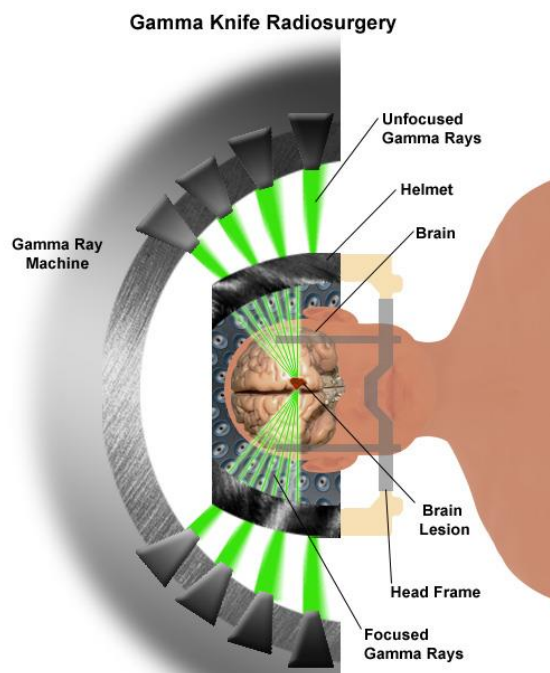
Figure 58-2
The creation and radioactive decay of ^{60}Co



Slika 2. Ciklus raspada kobalta te radioaktivno zračenje

Svaka zraka prolazi kroz pre-kolimator, primarni kolimator te sekundarni kolimator koji se nalazi na kacigi te služi tome da se gama zrake iz radijacijske jedinice fokusiraju na točno određeno područje na mozgu. Modifikacijom i distribucijom pomoću kolimatora moguće je precizno pogoditi bilo koje područje.

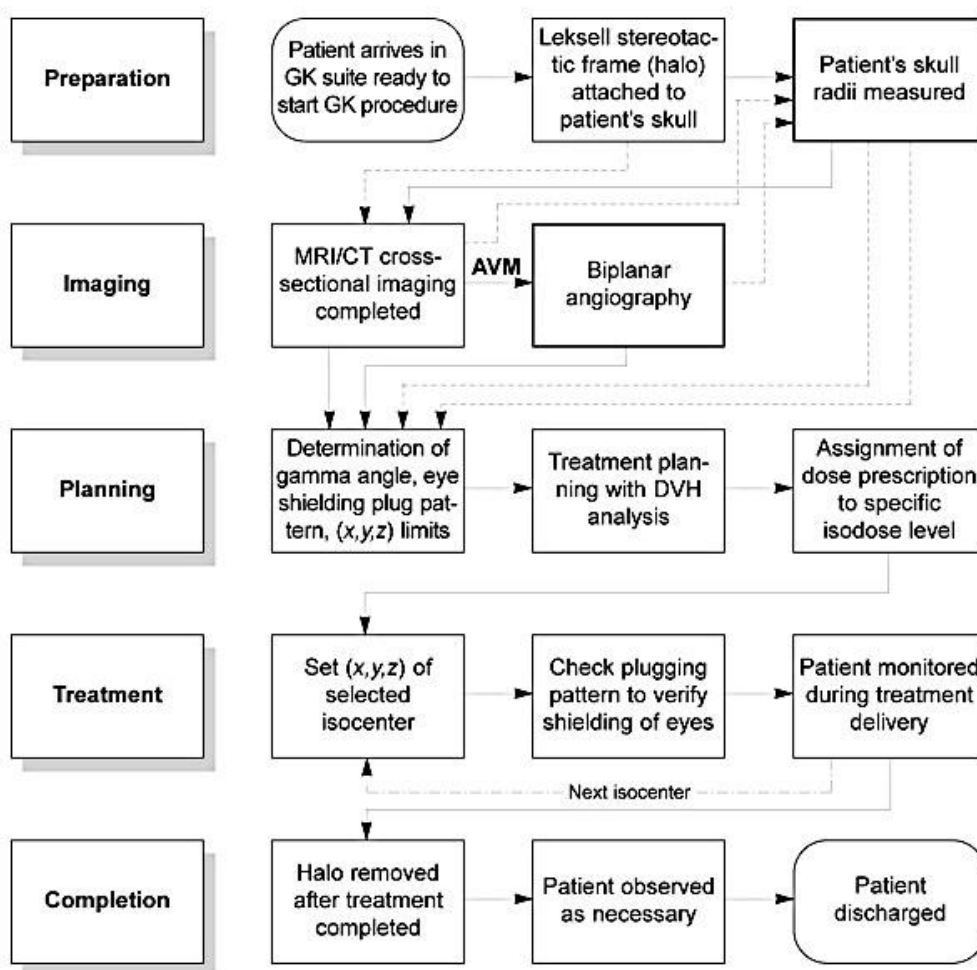
Način na koji kaciga radi prikazan je na slici 3.



Slika 3. Fokusiranje gama zraka pomoću kolimatora u kacigi

Fokusirane zrake mijenjaju ili uništavaju DNK tumorskih stanica onemogućujući im tako daljnji rast. Tumor se eventualno smanji ili prestaje s rastom. Bitno je napomenuti da je tijekom tretmana glava pacijenta fiksirana te se ništa ne pomiče.

Radiokirurgija zahtjeva tim specijalista. Obično su to neurokirurg, onkolog za radijaciju, radiolog, neurolog, anesteziolog i ostalo pomoćno osoblje. Cijeli proces pripreme i svih potrebnih koraka koji se moraju obaviti kako bi se uspješno izveo tretman radiokirurgije prikazani su u obliku dijagrama toka na slici 4.



Slika 4. Dijagram toka tretmana radiokirurgijom

2.2 Radiokirurgija protonskim zrakama

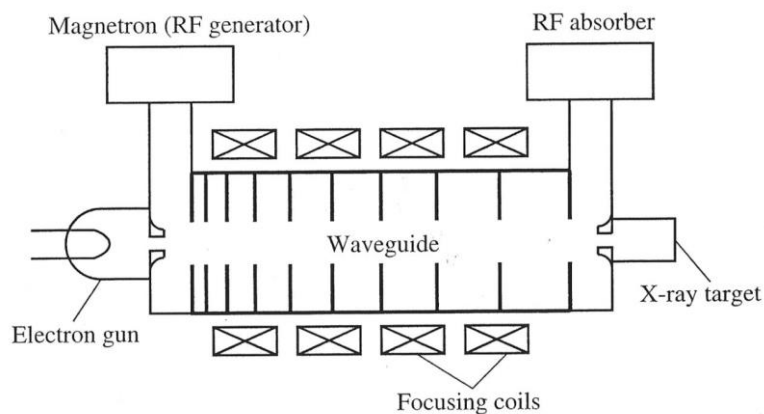
Terapija protonskim zrakama vrsta je radioterapije zrakama čestica, odnosno umjesto gama zračenja koriste se čestice poput protona ili neutrona. Protonske zrake se kreiraju u ciklotronu (nuklearni reaktor), koji sudara atome otpuštajući protone korištene u terapiji. Osim tumora mozga može se koristiti za tretiranje tumora ostalih dijelova tijela. Zbog svoje visoke cijene samo nekoliko ustanova u Sjevernoj Americi omogućuje terapiju protonskim zrakama.



Slika 5. James M. Slater Proton Treatment Center

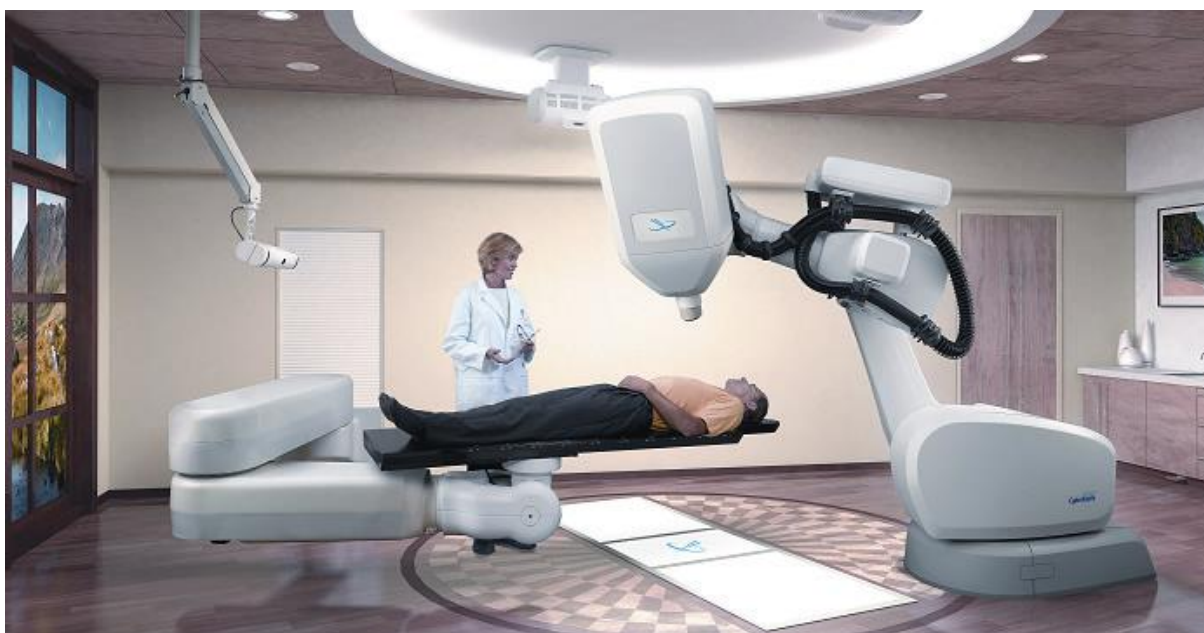
2.3. Linearni akceleratori (LINAC)

Sustavi za radiokirurgiju bazirani na linearnim akceleratorima koriste visoko energetske X-zrake za tretiranje tumora i ostalih lezija. Linearno ubrzavaju zraku od čestica, najčešće izvor elektrona, te ih sudaraju u katodi stvarajući tako X-zrake koje se onda koriste u tretmanu. Energija zrake može biti od 6 do 30 MeV.



Slika 6. Pojednostavljeni dijagram linearnog akceleratora

Poznatiji su pod komercijalnim nazivom CyberKnife® ili X-Knife®. Osim što se razlikuju od Gamma Knife uređaja po tome što koriste X-zrake umjesto gama zraka, razlika je još u tome što se uređaj miče oko pacijenta tijekom terapije. Zbog toga LINAC sustavi su u mogućnosti tretirati veće tumore i djelovati na veće efektivno područje nego uređaj Gamma Knife, kao i to da je tretman fleksibilniji. Nedostaci su slabija preciznost nego u čvrsto fiksiranog Gamma Knifa. Također LINAC sustavi osim mozga mogu tretirati i ostala područja.



Slika 7. CyberKnife®

3. Literatura

Sa interneta:

<http://www.irsa.org/radiosurgery.html>

<http://www.cancerresearchuk.org/about-cancer/type/brain-tumour/treatment/radiotherapy/radiosurgery-for-brain-tumours>

<http://www.gru.edu/mcg/neurosurgery/gammaknifecenter/gkoverview.php>

<http://www.gru.edu/mcg/neurosurgery/gammaknifecenter/gkdescription.php>

<http://www.columbianeurosurgery.org/conditions/gamma-knife-radiosurgery/>

<http://www.abta.org/secure/stereotactic-radiosurgery.pdf>

http://www.cerebromente.org.br/n02/tecnologia/radiocirurg_i.htm