Gama nůž

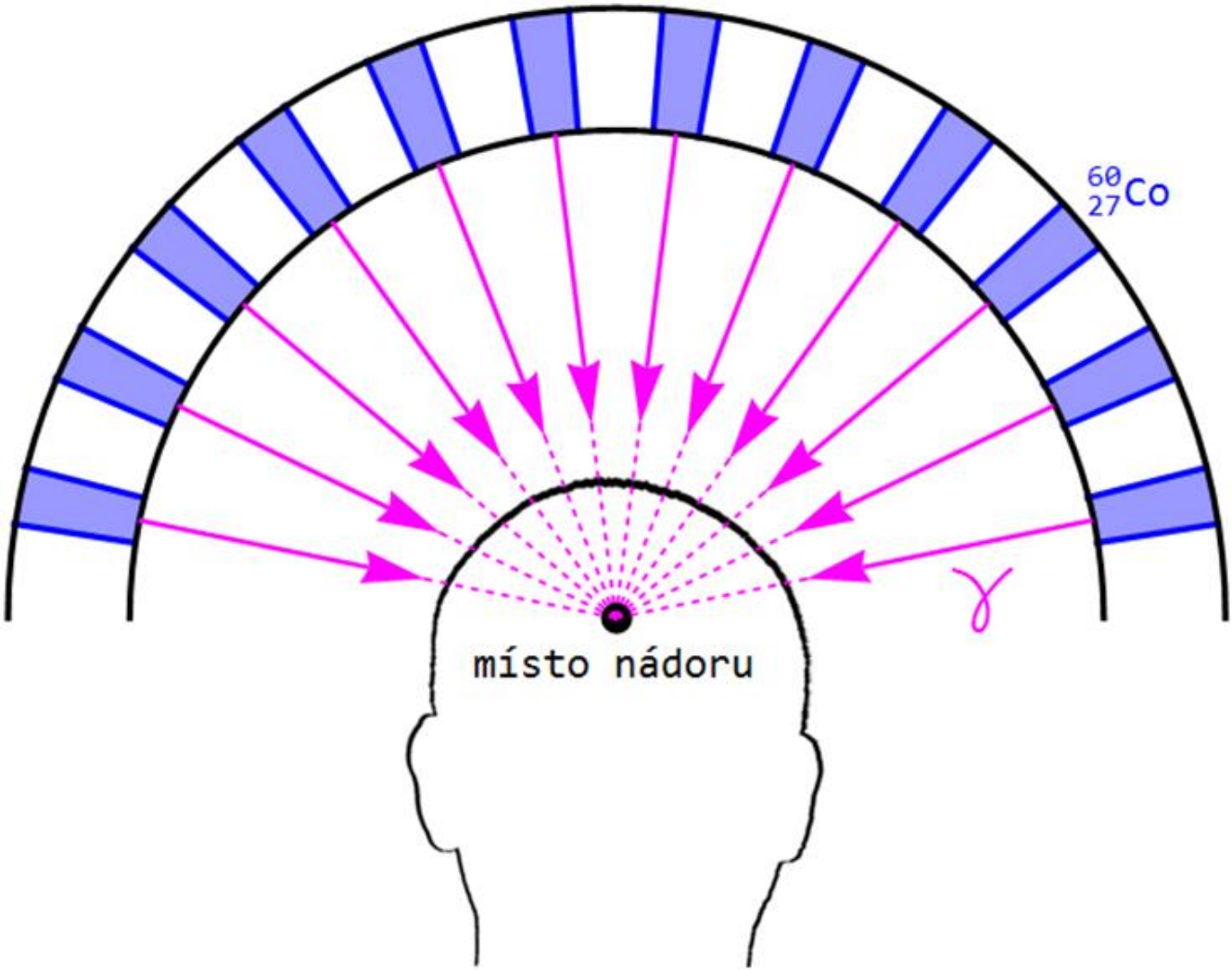
Zařízení je také známé jako Leksellův gama nůž. Vynálezcem přístroje je totiž švédský fyzik Lars Leksell (1907 - 1986). Už v roce 1951 objevil metodu, jak likvidovat zhoubné nádory v mozku pomocí úzkých svazků rentgenového záření. To bylo později nahrazeno zářením gama a ultrazvukem. Cílem bylo najít neinvazivní metodu, která by zhoubné nádory likvidovala s maximální přesností a přitom s minimálním poškozením okolní mozkové tkáně.

První experimenty prováděl na kočkách a následně na několika vybraných pacientech s chronickým onemocněním. Tito pacienti byly ozáření rentgenovým zářením vznikajícím z elektronů urychlených na elektrické napětí 280 kV. Postupně také úspěšně experimentoval se svazky protonů, kterými u pacientů vyléčil několik typů chorob. První gama nůž byl sestrojen v roce 1967 na universitě ve Stockoholmu. Leksell při tom spolupracoval se svými kolegy: rumunským neurochirurgem Ladislavem Steinerem a švédským radiobiologem Börje Larssonem. První přístroj byl pak prodán do USA v roce 1979.

Přístroj, jehož zjednodušené schéma je zobrazeno na obr. 192, typicky obsahuje 201 kobaltových radionuklidů $^{60}_{27}\mathrm{Co}$ s celkovou aktivitou zářiče přibližně 200 GBq, které jsou pevně umístěny v pěti řadách po obvodu polokruhové centrální jednotky o poloměru 40 cm. V každém zdroji je umístěno 12 až 20 válcových pelet o průměru a délce 1 mm. Tyto pelety jsou uzavřeny ve dvou pouzdrech z nerezové oceli a tato pouzdra jsou umístěná v hliníkovém držáku.

Dávkový výkon (podíl dávky a jednotky času) v místě ozáření tak dosahuje hodnoty $3\,\mathrm{Gy}\cdot\mathrm{min}^{-1}$.

Radionuklid kobaltu se rozpadá s poločasem rozpadu 5,27 let podle schématu: $^{60}_{27}\mathrm{Co} \rightarrow {}^{60}_{28}\mathrm{Ni} + \mathrm{e}^- + \overline{\nu_\mathrm{e}} + \gamma$, kde e^- značí elektron (reprezentující záření beta), $\overline{\nu_\mathrm{e}}$ je elektronové antineutrino a γ představuje gama záření se střední energií 1,25 MeV. Této energii odpovídá gama záření s vlnovou délkou přibližně 1 pm.



Obr. 192

Gama záření vznikající rozpadem radionuklidu kobaltu je kolimováno třemi kolimátory: dva se nacházejí v radiační jednotce a třetí je umístěn ve výměnné kolimační helmici. Ta vytváří během ozařování 201 kolimačních otvorů, které tvoří kanály. Osy těchto kanálů směřují do ohniska (místa nádoru) v centru radiační jednotky. Poloha ohniska je určena s přesností 0,3 mm. Kolimační kanál je dlouhý 217,5 mm a v případě potřeby může být uzavřen zátkou, která odstíní příslušný svazek záření. Toto zaslepení se aplikuje ve dvou případech:

1. odstínění svazku záření, který by procházel životně důležitou citlivou strukturou v těle pacienta (oční nerv, oční čočka, mozkový kmen, ...);
2. odstínění více kolimátorů z důvodu dosažení ideální prostorové dávkové distribuce záření.

Gama záření tedy místo mozku, kterým prochází jeden svazek tohoto záření, nepoškodí. Pokud se v daném místě (např. v místě nádoru) setkají všechny svazky záření emitované radionuklidy kolem pacientovy hlavy, dosáhne intenzita záření takové hodnoty, že daný nádor dokáže zničit.

Stereotaktický rám je fixován k hlavě pacienta pomocí čtyř šroubů, které se připojují do lebeční kosti (tuto metodu není možné používat u dětí do dvou let věku, protože nemají zatím dostatečně vyvinutou a zpevněnou lebku). Šrouby jsou vyrobené z hliníku a mají titanové hroty. Samotný rám je vyroben z diamagnetických látek - ze slitin hliníku a titanu. Tím je hlava pacienta fixována ve speciální helmě tak, aby byl znemožněn jakýkoliv pohyb, který by vedl k zacílení gama záření mimo dané místo v pacientově mozku. Při práci není nutné žádné speciální stínění, protože žádné záření nevychází mimo stíněnou oblast.

Pacient je před léčbou gama nožem vyšetřen pomocí jaderné magnetické rezonance, pozitronové emisní tomografie a dalších zobrazovacích metod, aby bylo postižené místo přesně lokalizováno. Na základě rozměrů hlavy pacienta, vzdálenosti postiženého místa od lebky, snímku nálezu, ... se propočítají parametry ozařování (doba ozáření, celková dávka, nutnost stínit některé kolimační kanály, ...). Pacient, který má předem umyté vlasy desinfekčním alkoholovým roztokem a který má lokálně znecitlivělá místa pro zavedení šroubů, se položí na lůžko. To s ním zajede do radiační jednotky; poloha lůžka (a tedy i pacienta) je určována vzhledem k centrální jednotce s přesností až 0,1 mm. Jedno ozařování trvá několik minut a může být následně (dle rozhodnutí lékaře) i několikrát zopakováno. Pokud se u pacienta objeví nevolnost nebo bolest hlavy po provedeném zákroku, do druhého dne tyto symptomy většinou odezní.

Nevýhody použití gama nože jsou dvě základní:

1. přístroj je jednoúčelový - je určen pouze k léčení mozku, novější typy pak umožňují ozařování i v oblasti krku pacienta;
2. radionuklidy kobaltu postupně slábnou a je nutné je vyměňovat, což je poměrně složitá a finančně nákladná operace.

V tehdejším Československu byl první přístroj uveden do provozu 26. října 1992 v pražské nemocnici Na Homolce. Pomocí gama nože lze léčit různé typy zhoubných i nezhoubných nádorů, epilepsii i Parkinsonovu nemoc. Přístroj lze využít i k léčbě příznaků zeleného zákalu v oku: silných bolestí hlavy. Samotný zelený zákal je zatím nevyléčitelný.

© Encyklopedie Fyziky (http://fyzika.jreichl.com); Jaroslav Reichl, Martin Všetička
Licence http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/ zakazuje úpravy a komerční distribuci.