

# Gama nůž

**Leksellův gama nůž (LGN)** je integrovaný systém, který se využívá v stereotaktické radiochirurgii. Je založen na fokusovaném gama záření z velkého počtu radioaktivních zdrojů. Je registrovanou obchodní známkou švédske firmy Elekta Instruments AB. V současnosti je dostupných pět modelů LGN – model U (původní), model B, model C, model 4C a Perfexion.

## Fyzikální principy

V LGN se využívají fotony, které vznikají při radioaktivní přeměně radionuklidu  $\text{Co}^{60}$  na  $\text{Ni}^{60}$ . Energie fotonů je vysoká – střední energie je 1,25 MeV. Protože fotony nejsou nositelem náboje, dochází v monoenergetickém svazku k exponenciálnímu snížení počtu fotonů s rostoucí hloubkou průniku do daného materiálu. Tedy dávka směrem od povrchu nejprve narůstá do své maximální hodnoty, která je pro danou energii fotonového svazku charakterizována určitou hloubkou. Poté dávka s rostoucí hloubkou exponenciálně klesá.

Z uvedeného odstavce vyplývá, že průběh svazku je pro stereotaktickou radiochirurgii nevýhodný a proto je nutné použít velkého počtu kolimovaných izocentrických svazků, které se protínají v jediném bodě, izocentru. Bodem se rozumí objem s vysokou koncentrací dávky, a jeho velikost se přibližně rovná velikosti použitého kolimátoru. Tímhle způsobem docílíme maximální absorbovanou dávku za současného prudkého spádu dávky do okolí.

## Komponenty

Leksellův gama nůž tvoří tři hlavní komponenty:

1. **radiační jednotka se čtyřmi kolimačními helmicemi a léčebným lůžkem;**
2. **Leksellovo stereotaktické instrumentarium;**
3. **plánovací systém tzv. Leksellův GammaPlan.**

V radiační jednotce se využívá 201 zdrojů  $\text{Co}^{60}$ , které jsou umístěny fixně v hemisférické centrální jednotce o poloměru 400 mm. Zdroje nejsou umístěny libovolně ale v pěti řadách po obvodu jednotky.

V každém zdroji se nachází 12–20 válcových pelet o průměru a délce 1 mm, které jsou uzavřeny ve dvou pouzdrech z nerezové oceli. Pouzdra jsou pak umístěna do hliníkového držáku. Veškeré záření je usměrňováno (kolimováno) třemi kolimátory – dva nacházíme v radiační jednotce a jeden je ve výměnné kolimační helmici. Kolimační helmice v ozařovací poloze vytváří kolimační otvory (celkem 201) tvořící kanály jejichž osa směřuje do ohniska v centru radiační jednotky s přesností 0,3 mm. Kolimační kanál je dlouhý 217,5 mm a může být nahrazen zátkou, která odstíní daný svazek. To se využívá k zaslepení takového svazku záření, který by procházel kritickou strukturou, nebo při zaslepení více kolimátorů s cílem dosáhnout ideální prostorové dávkové distribuce.

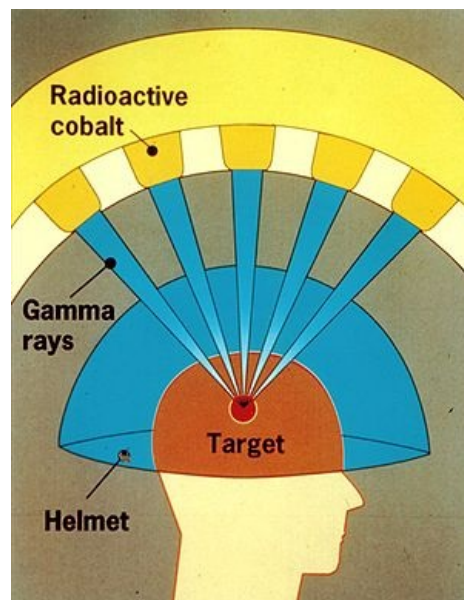
Jako stereotaktické instrumentarium je používán **stereotaktický rám**, který je fixován k hlavě pacienta pomocí čtyř šroubů, které se pevně připojí do lebeční kosti. Šrouby jsou vyrobené z hliníku a zakončené titanovými hroty. Stereotaktický rám je vyroben z nemagnetických slitin hliníku a titanu.

Plánovací systém Leksell GammaPlan je provozován na počítači s operačním systémem LINUX. Data jsou uchovávána v databázi a přes hesla jsou přístupná co umožňuje konzultaci s jiným pracovištěm.

Pro práci s LGN není nutná speciální ozařovna protože nedochází k výstupu žádného primárního svazku mimo stínící těleso.

## Postup při přijetí pacienta

- Po nález nitrolebního onemocnění, které by bylo vhodné léčit gama nožem, následuje krátká hospitalizace.
- Po přijetí je pacient o fungování a léčbě gama nožem instruován lékařem.
- Večer a ráno před ozařením si pacient umyje vlasy desinfekčním alkoholovým roztokem.
- Na noc a ráno dostane uklidňující léky.
- Před výkonem je nutné si sundat všechny kovové předměty.
- Na hlavě se provede lokální znecitlivění a po propíchnutí kůže se čtyřmi hroty připevní stereotaktický rám. (podrobněji viz oddíl Proces léčby)
- Pacient je vyšetřen rentgenovou nebo magnetickou resonancí.
- Poté se několik hodin připravuje ozařovací plán, zatímco pacient odpočívá → Řídící počítač celého systému kontroluje všechny parametry důležité ke správnému ozaření pacienta (velikost kolimátoru, počet isocenter, ozařovací čas, stereotaktické souřadnice).
- Pacient je poté položen na lůžko ozařovacího přístroje a pomocí mikrofону a reproduktoru komunikuje s



Gama nůž – schéma

personálem.

- Samotné ozařování trvá několik minut. Může se však opakovat.
- Poté se pacientovi sejme stereotaktický přístroj a je odeslán k odpočinku.
- Případná nevolnost či bolest hlavy do druhého dne odezní.

## Proces léčby

1. etapa – získání diagnostických snímků s vyznačenou lokalizací léčené léze pomocí zobrazovacích metod, jako je výpočetní tomografie (CT), nukleární magnetická rezonance (MR), angiografie (AG) případně pozitronová emisní tomografie (PET).
2. etapa – stanovení dávkového rozložení v lézi a jejím okolí, prováděno ve výpočetní matici.
3. etapa – stanovení rozměrů hlavy pomocí kulové helmice z plastu, které má střed geometricky totožný se stereotaktickým rámem. Umísťuje se na základnu rámu a pomocí měřítka se proměří vzdálenost od lebky k povrchu plastické helmice a taky se stanoví tloušťka tkáně od středu rámu k povrchu hlavy.
4. etapa – začíná vlastní léčebný proces, a to nasazením stereotaktického rámu na hlavu pacienta, v lokální anestezii. Rám musí být dostatečně fixován aby nedošlo k posunutí. Rám nelze používat u pacientů do věku 2 let kvůli nedostatečné osifikaci a rigiditě kalvy.

Po inicializaci léčby se stínící dveře na radiační jednotce otevrou a pacient ležící na lůžku zajede do radiační jednotky. Tady se zakryjí primární stacionární kolimátory s výměnnými kolimátory v helmici. Správnost polohy je kontrolována mikroskopičem s přesností na 0,1 mm. Až uplyne časový interval na ozařování, který byl stanoven ozařovacím plánem, tak se lůžko vrátí do výchozí polohy a stínící dveře se následně uzavrou. Aby se pokryl celý objem cílového ložiska může být zapotřebí větší množství takových zásahů, v závislosti na velikosti a tvaru ložiska. Obvykle je jejich počet menší než 15 a zpravidla nepřevyšuje 30.

## Indikace

Obecně se LGN užívá na procesy, jejichž hranici lze snadno definovat (není např. vhodný na glioblastomy):

- **AVM** – hlavně malformace v hloubce – ve kmeni, thalamu apod.
  - K obliteraci nedojde ihned, ale asi v průběhu 1–2 let – je to dáno kombinací proliferace endotelu a trombózy.
  - Než se obliterují, tak přetrvává riziko krvácení, proto pokud už krvácely, je lepší obliterovat jinak, rychleji (rebleeding je častější).
- **Kavernózní malformace** – indikace a komplikace identické s AVM, rozdíl je pouze v tom, že rebleeding je u kavernomů častější, ve valné většině se ale jedná o klinicky méně signifikantní krvácení.
- **Vestibulární schwannom** – ozařujeme hlavně menší nádory, výhodou je možnost zachování sluchu (pokud již nebyl poškozen) a vyloučení poškození lícního nervu.
  - Neurinomy ozáření nezmizí, část se jich zmenší (44 %), část neroste (42 %), část pokračuje v růstu.
  - S odstupem může dojít k projevům postižení hlavových nervů (n. V,VII,VIII).
- **Meningeomy** – hlavně špatně přístupné na bazi, u menších, při kontraindikaci operace u pacientů v těžkém stavu.
- **Metastázy** – v jednom sezení je možné postupně ozářit i několik metastáz (lze je dobře centrovat).
- **Adenom hypofýzy** – musí být aspoň 5 mm od n. II, aby nedošlo k poškození zraku.

## Komplikace po ozáření

V souvislosti s gama nožem se setkáváme s poradiačními změnami, které jsou buď akutní nebo pozdní.

- **Akutní** – vznikly od dne ozáření do 90 dnů po léčbě, přičemž závažnost časných změn nemusí odpovídat závažnosti změn pozdních. Například při ozáření v blízkosti IV. mozkové komory se může objevit nauzea a zvracení, obvykle ustoupí do 48 hodin.
- **Pozdní** – komplikace, které vznikly 90 dní po ozáření, doporučený časový interval pro sledování pozdních komplikací je 5 let. Pozdní komplikace se objevují především ve tkáních a orgánech složených z diferencovaných buněk s minimální schopností obnovovat své buňky. Tak dojde ke ztrátě funkce části nebo celého orgánu. U rychle se obnovujících tkání (například sliznice) dochází k výměně buněk během hodin a dnů.

## Výhody léčby LGN

- Minimálně invazivní metoda;
- nezasahuje zdravou tkáň;
- pro práci s LGN není nutná speciální ozařovna protože nedochází k výstupu žádného primárního svazku mimo stínící těleso;
- bez celkové anestezie;
- rychlý čas rekonvalescence;
- úspěšnost léčby okolo 90 %.

## Odkazy

## Zdroj

- BENEŠ, Jiří. *Studijní materiály* [online]. ©2007. [cit. 2009]. <<http://www.jirben.wz.cz/>>.

## Použitá literatura

- LIŠČÁK, Roman, et al. *Radiochirurgie gama nožem : principy a neurochirurgické aplikace*. 1. vydání. Praha : Grada, 2009. 248 s. ISBN 978-80-247-2350-1.
- ZEMAN, Miroslav, et al. *Speciální chirurgie*. 2. vydání. Praha : Galén, 2004. 575 s. ISBN 80-7262-260-9.