

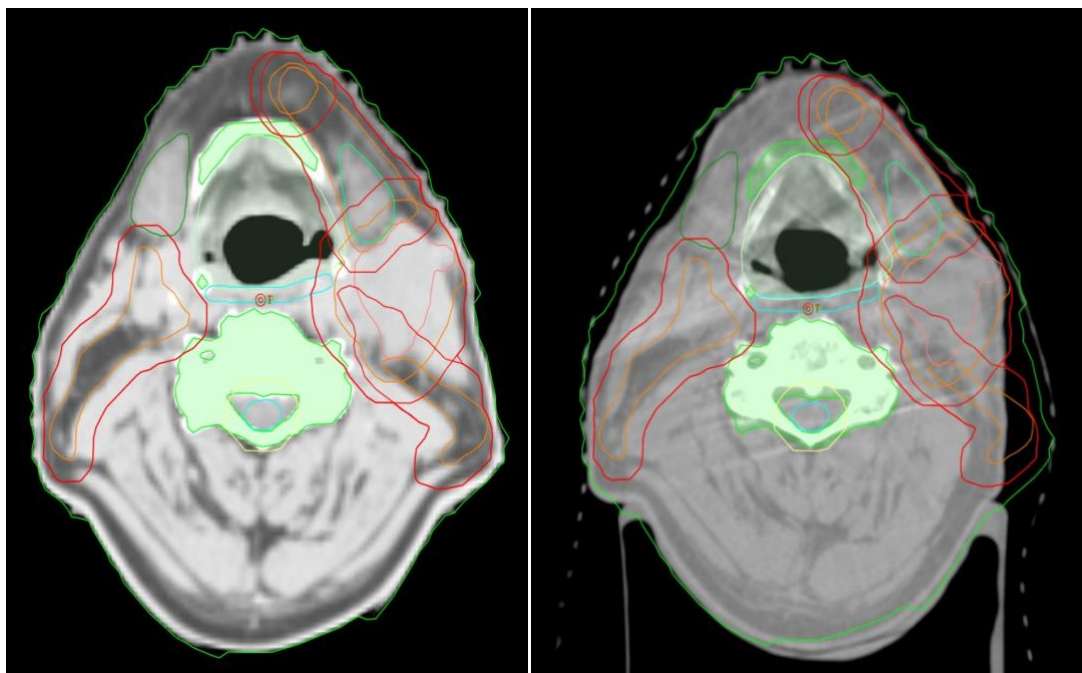
RadioProtect (Rakathon 2025)

- Kontrolní AI systém, který by analyzoval a porovnal CBCT obraz s obrazem plánovacího CT a vyhodnocoval by tak jeho významné vychýlení od původního plánu.
- Systém vyšší kontroly: v případě signifikantního odchýlení od původního plánu při nastavení vyžadování kontroly lékařem/fyzikem.
- Návrhy optimalizace plánu (např. doporučení posunů při nastavení / indikace QA / replan).

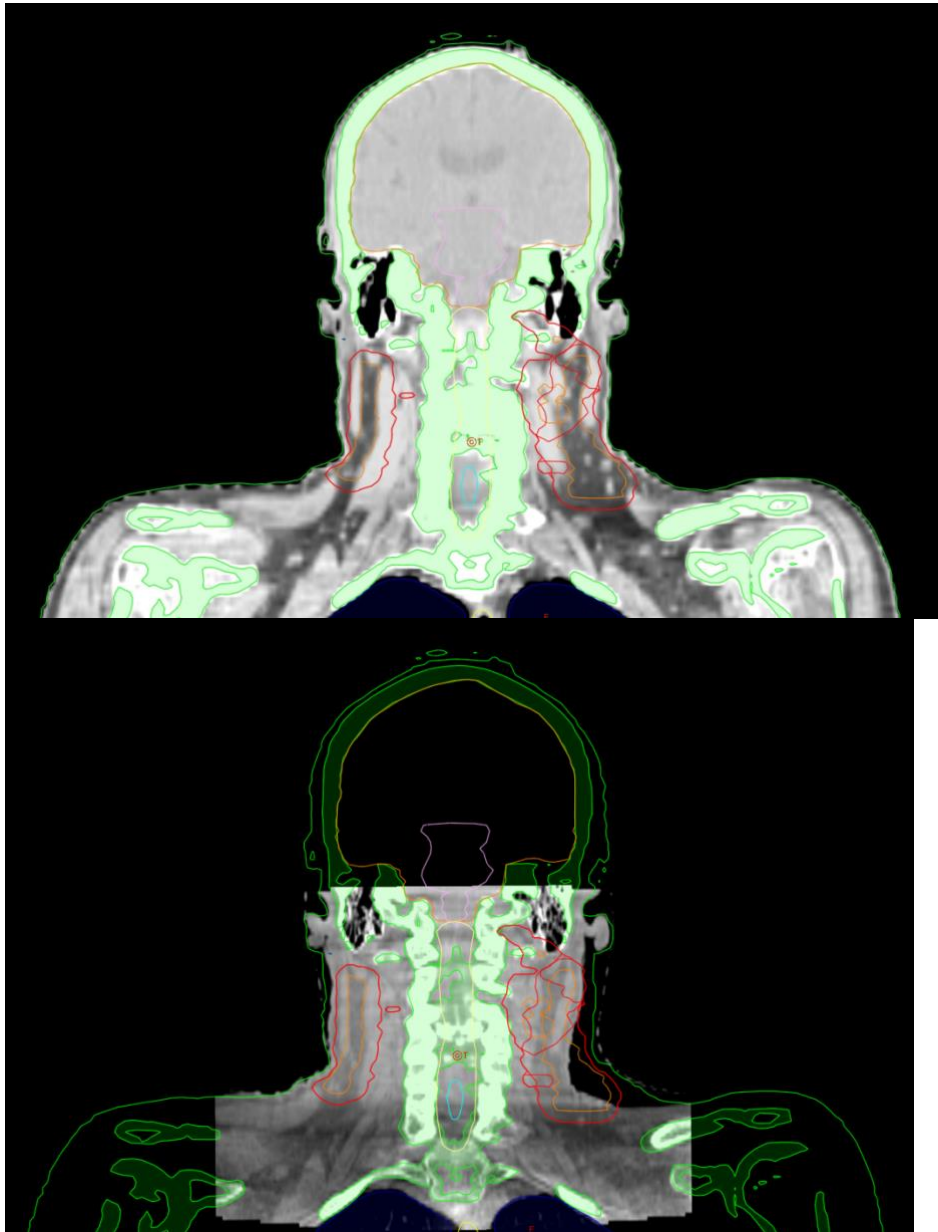
Problematiku přesného a bezpečného ozáření:

IGRT (Image-guided Radiation Therapy):

- IGRT využívá medicínské zobrazení pro potřeby přesné a cílené aplikace ionizujícího záření v léčbě nádorového onemocnění.
- Moderní lineární urychlovače jsou schopny zhotovit CT před samotným ozářením a srovnat ho tak s plánovacím CT.
- Fúze těchto obrazů nám vytváří představu o aktuální anatomii pacienta a umožňuje tak extrapolaci radioterapeutického plánu pro danou situaci.



Srovnání plánovacího (vlevo) a aktuálního CT (vpravo).



Srovnání plánovacího (nahore) a aktuálního CT (dolů).

Souhrn problematiky:

- Chybí kontrolní systém.
- Riziko vzniku radiační události.
- Úprava radioterapeutického plánu až na základě jeho vyhodnocení.
- Nedostatečný přehled o průběhu ozařovací série.
- Nadbytečné intervence při snaze o optimalizaci plánu.

Význam pro praxi:

- Nižší ozáření kritických struktur => vyšší bezpečnost našich pacientů, nižší toxicita radioterapie.
- Přesnější ozáření, zlepšení pokrytí cílových objemů => zlepšení onkologických výsledků léčby.
- Minimalizace rizika potenciální radiační události.
- Automatizace procesů IGRT a kontroly kvality plánu => redukce časové zátěže věnované rutinním a nadbytečným procesům.
- Další (redukce radiační zátěže nadbytečnými CBCT, snížení finančních nákladů na tyto nadbytečné procesy,...).

Instrukce:

- ***Vytvoření demo verze software-u využívajícího AI k detekci anatomických odchylek v cílových objemech a OARs v rámci IGRT, s doporučením následných úprav pro nádory ORL oblasti.***
- Cílové objemy: GTV, CTV, PTV
- Kritické struktury na které se zaměříme: spinal cord, parotid, submandibular gland, esophagus
- Definice signifikantních odchylek = posuny oproti původnímu plánu:
 - GTV = > 3 mm
 - CTV = > 3 mm
 - PTV = > 3 mm
 - Spinal cord (mícha) = > 3 mm
 - Parotid = > 5mm
 - Submandibular gland = > 5mm
 - Esophagus = > 5mm
- Příklad v praxi:
 - 1.) Laborant v rámci IGRT natočí CBCT a provede fúzi CBCT s plánovacím CT. Pokusí se nastavit pacienta tak, aby cílové objemy a OARs odpovídali původní situaci na plánovacím CT.
 - 2.) Systém po schválení ozáření laborantem ale detekuje signifikantní odchylky v PTV a míše. Laborant proto zopakuje pokus o nastavení. Nyní využívá doporučení RadioProtectu, který doporučuje posun ve vertikální rovině o 2mm.
 - 3.) RadioProtect kompenzoval pozici míchy ale u PTV trvá signifikantní odchylka 4mm, nyní k druhému zopakování nastavení musí být přivolán lékař / fyzik.

- 4.) Přichází dr. Majerčák, po kterého intervenci je situace úplně stejná. Pro 3 neúspěšné pokusy o nastavení doporučuje systém provést QA plán. I přes to, že z doporučení RadioProtectu víme, že ozáření nebude kvalitní, pacienta raději ozáříme, aby nedošlo k prodloužení doby záření a potenciálnímu zhoršení efektu léčby. Fyzici dostávají instrukce k QA plánu.
- 5.) Den na to na hlášení probíráme záření, které proběhlo i přes to, že systém RadioProtect mu dal červenou. Sdělují paní primářce situaci na ozařovně, na základě které se indikoval QA plán. Fyzik prezentuje na QA plánu nedostatečné pokrytí cílových objemů při včerejším ozáření. Nejspíš ke komplikacím došlo na podkladě hubnutí při dysfagii (poruchy polykání), která se rozvinula v důsledku radioterapie.
- 6.) Pacienta navádíme na CT simulátor, provádíme nové plánovací CT s novou fixační maskou. Plánujeme nový RT plán, s kterým pacient pokračuje v záření.

Klíčové otázky pro hackery

- Jak rychle a přesně analyzovat zobrazení na CBCT a v něm zakreslené struktury při nastavení tak, abychom je mohli porovnat s původním plánovacím CT ?
- Jak stanovíme, co je už přílišné vychýlení od původního plánu ?
- Jak naučit AI systém, jak dané situace řešit ?
- Jakým způsobem integrovat AI kontrolní systém RadioProtect do nemocničních plánovacích systémů ?

Data:

Anonymizovaná data 8 pacientů s nádory ORL oblasti jsou přítomná na mnou dodaném USB. Součástí jsou radioterapeutické plány, plánovací CT, CBCT, replany, QA a vše související s obrazovou dokumentací, která vznikla v průběhu ozařovací série daného pacienta.

Konzultace:

Konzultace se mnou kdykoliv prostřednictvím slack, nebo mobilní telefon 773 707 475. V případě potřeby jsem schopen dostavit se i osobně. V pátek do večera mám příslibenou možnost konzultovat i našeho radiačního fyzika.

Závěr: Děkuji, že jste si vybrali za mentora právě mě, budu se snažit být k dispozici a co nejvíc vám pomoci. Jedná se o komplikovanou výzvu, která však může mít výrazný dopad na úspěšnost léčby našich pacientů. Věřím, že se vzájemnou pomocí máme možnost na 1. ročníku Rakathonu být úspěšní! Držím palce.