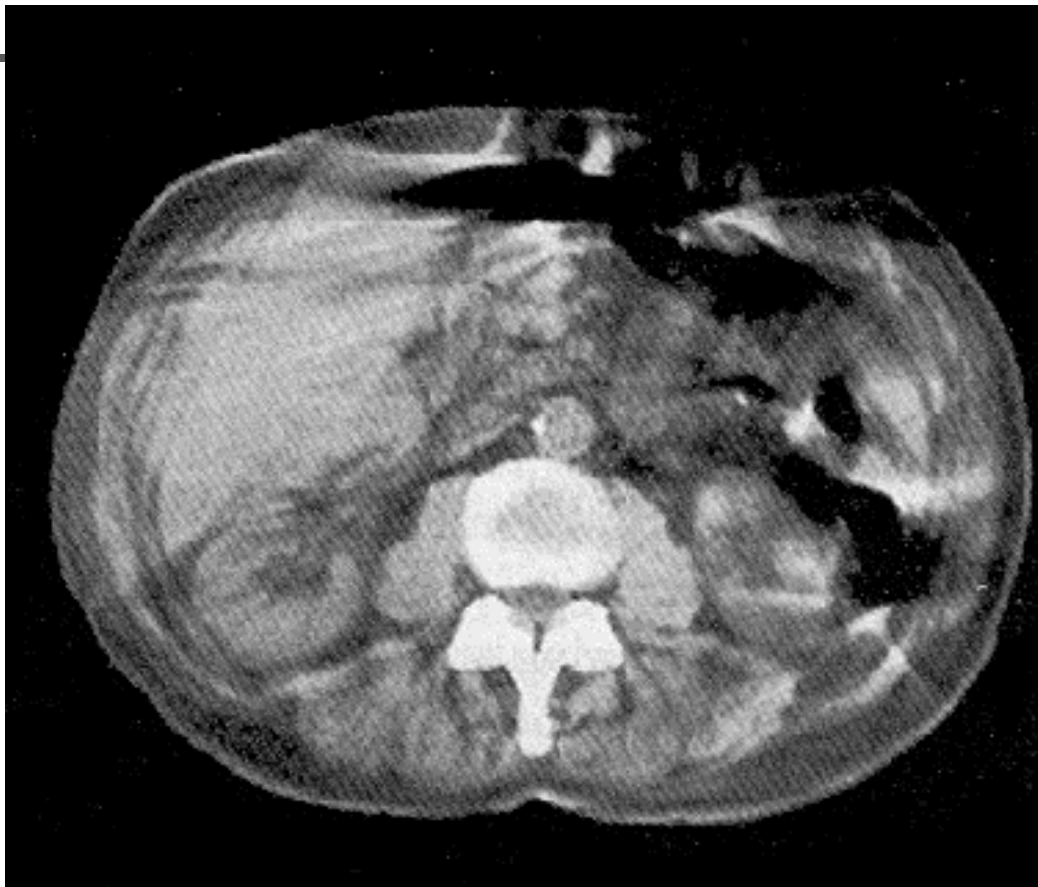


CT - artefakty

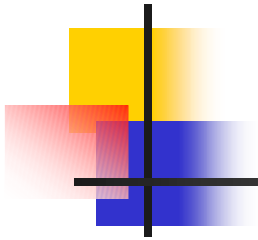
Doc.RNDr. Roman Kubínek, CSc.

Předmět: lékařská přístrojová fyzika

Artefakty v CT



**Systematické neshody v CT číslech v rekonstruovaném obraze
oproti skutečné hodnotě koeficientu zeslabení ve vyšetřovaném
objektu**



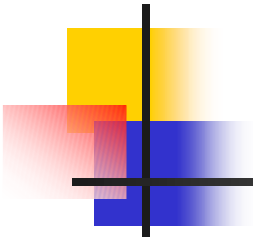
Druhy artefaktů v CT

Proužky – obecně z důvodu nekonzistence obrazových dat

Stíny – obvykle snímání skupinou detektorů nebo zobrazení nárůstu odchylek ze skutečného měření

Kroužky – zpravidla chyby v důsledku chybné kalibrace detektorů

Zkroucení – zapříčiněno špatnou spirálovou interpolací



Původ artefaktů v CT

Fyzikální

- změna energie svazku
- parciální objemový efekt
- úbytek fotonů
- podvzorkování

Pacient

- kovy
- pohyb pacienta

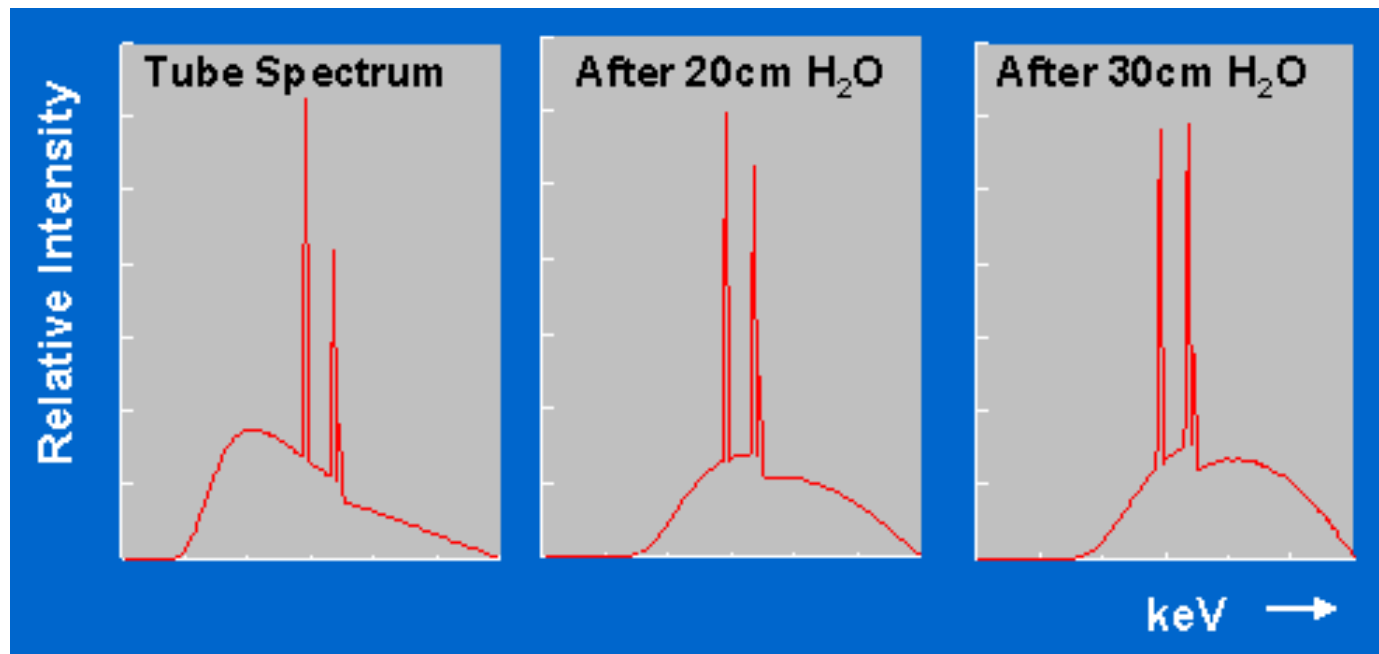
Skener

- citlivost detektoru
- mechanická nestabilita

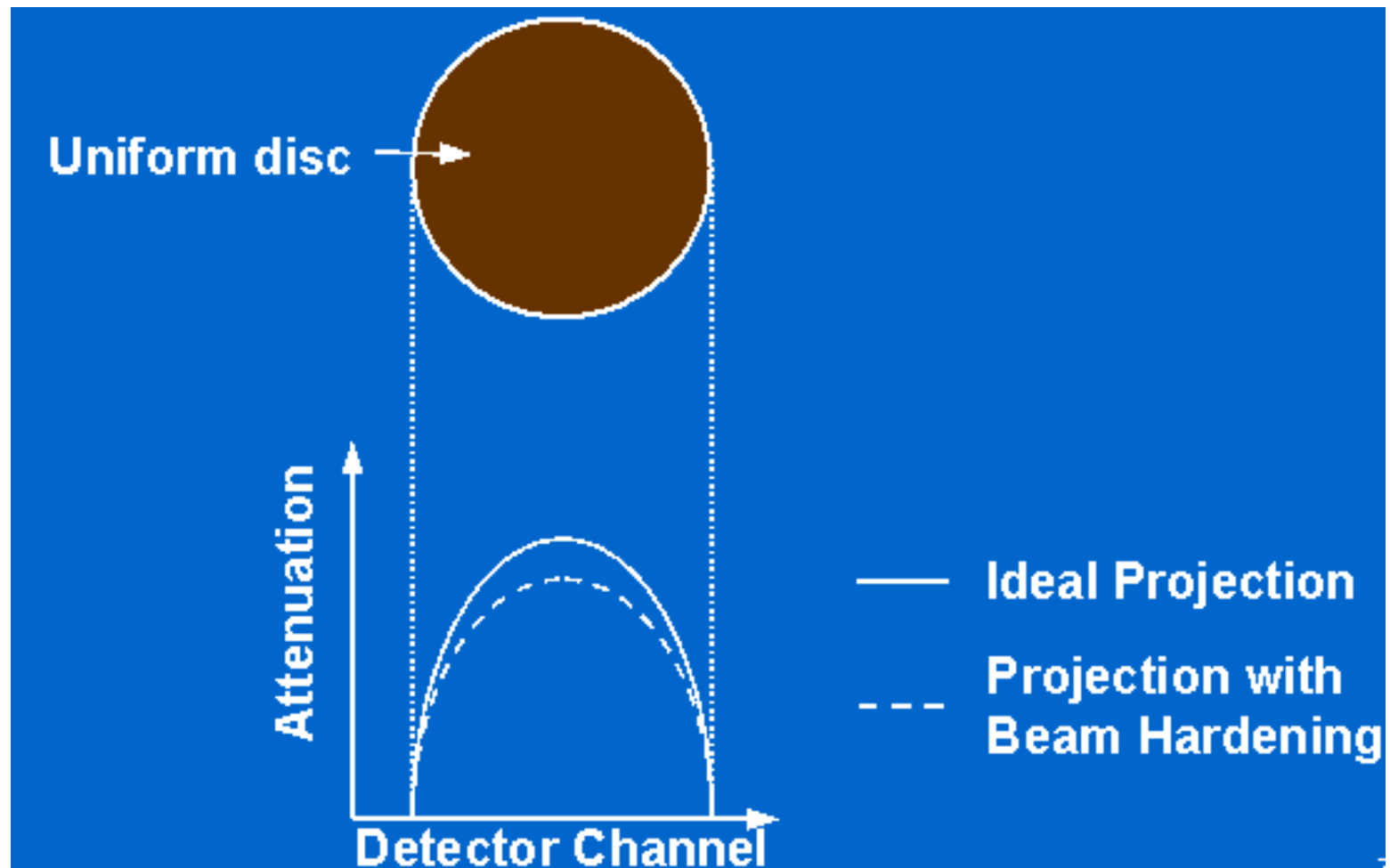
„Tvrdost“ svazku (změna energie)

Průchodem rtg záření objektem se zvyšuje jeho průměrná energie

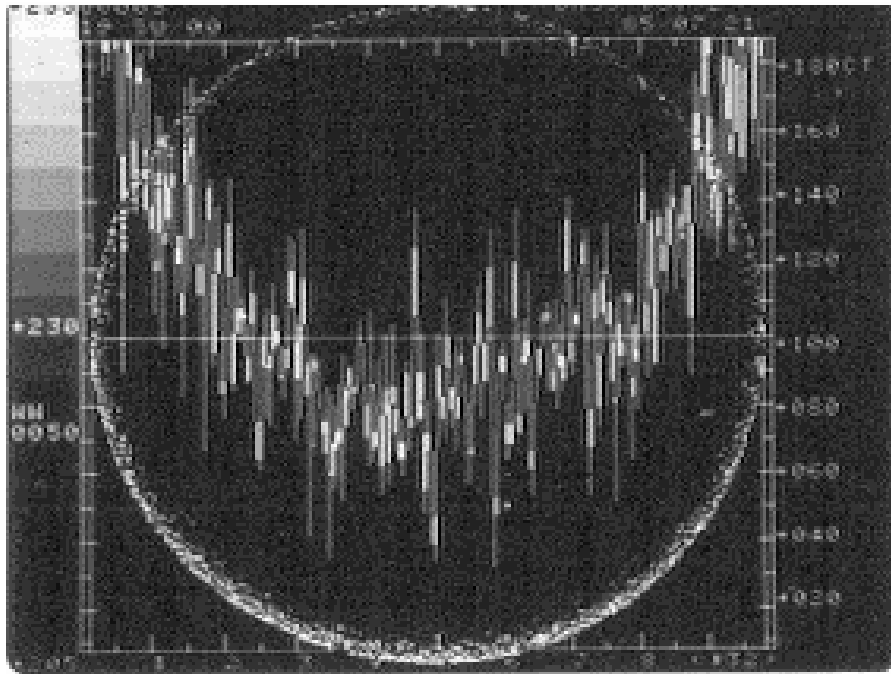
To pak způsobuje artefakty obvykle ve tvaru tmavých pásů



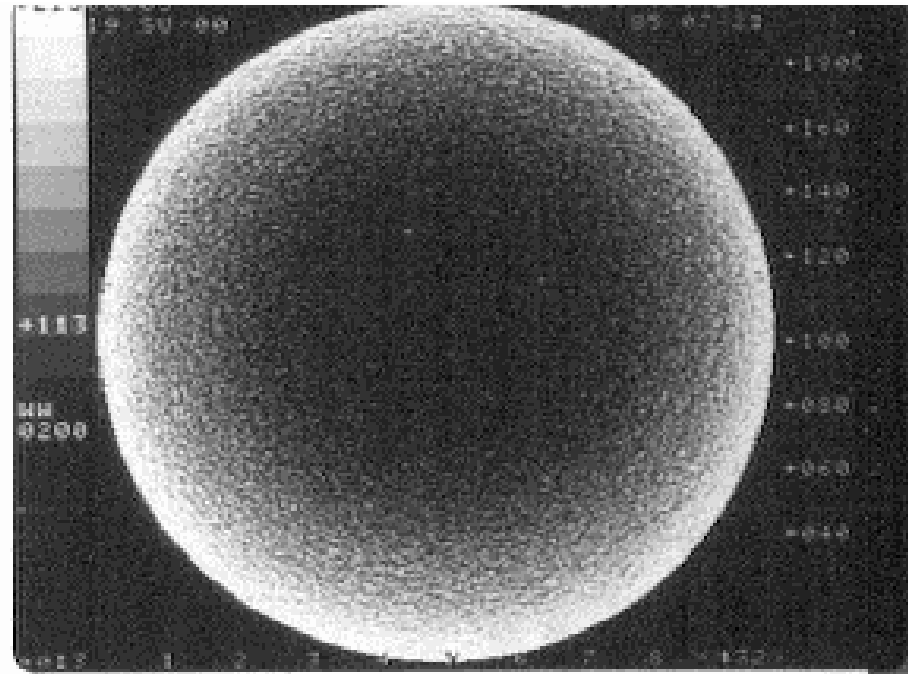
Vliv „tvrdosti“ svazku na skenovaný profil



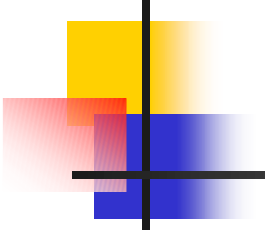
Vliv „tvrdosti“ svazku na skenovaný profil



Změna CT čísel



obraz stejnorodého fantomu

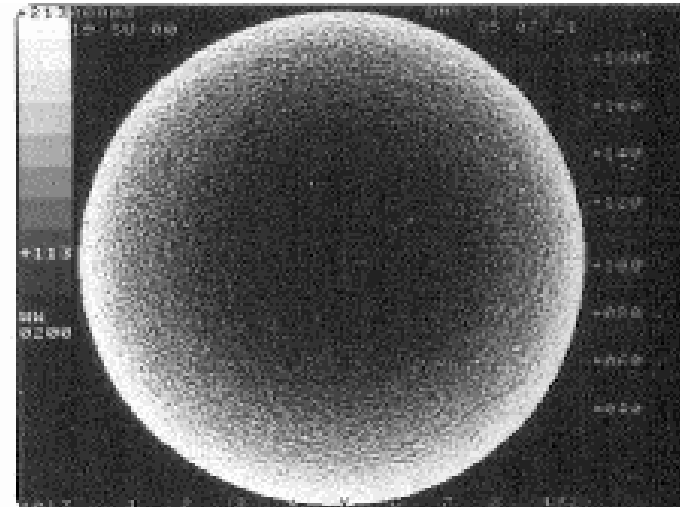
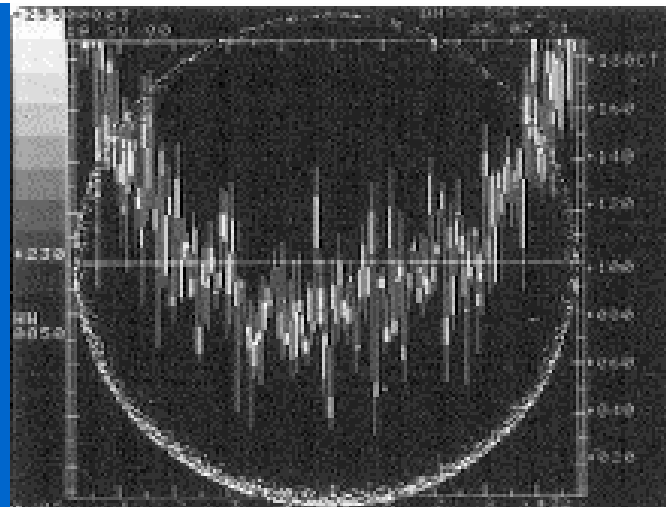


Vyloučení artefaktů spojených s „tvrdostí“ svazku

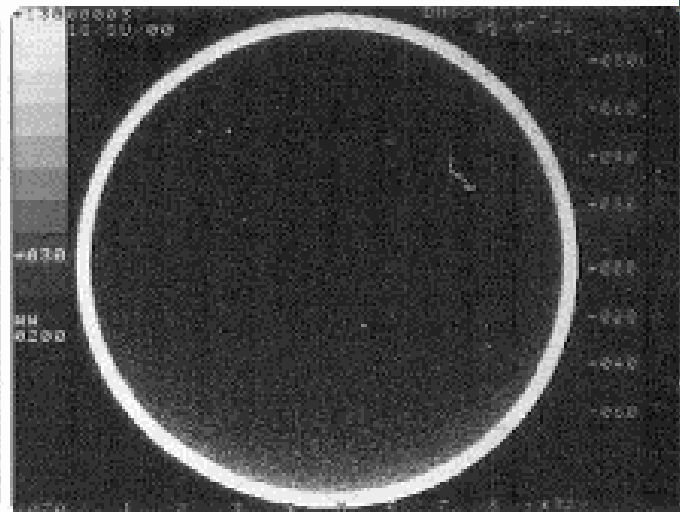
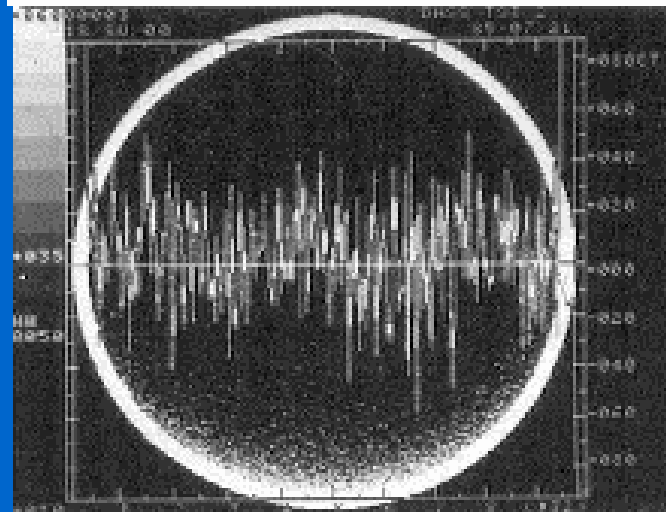
- Odpovídající filtrace svazku
- Volba korekčních faktorů použitých při kalibraci
- Volba softweru pro omezení změn energie svazku
- Omezení prázdných prostor okolo pacienta (volba polohování, náklon portálu atd.)

Korekce při kalibraci

Without
correction

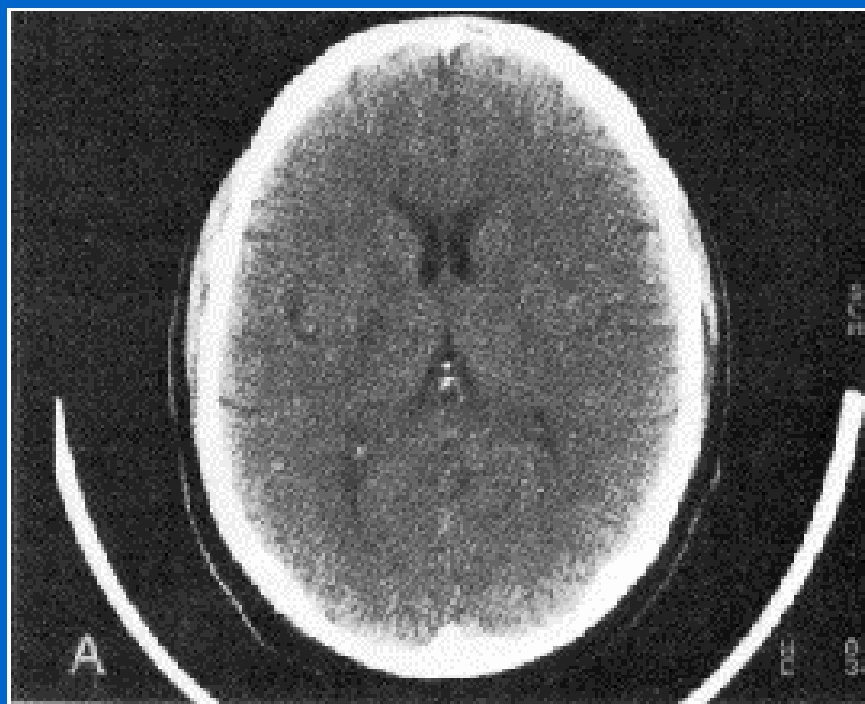


With
correction



Použití softwerové korekce

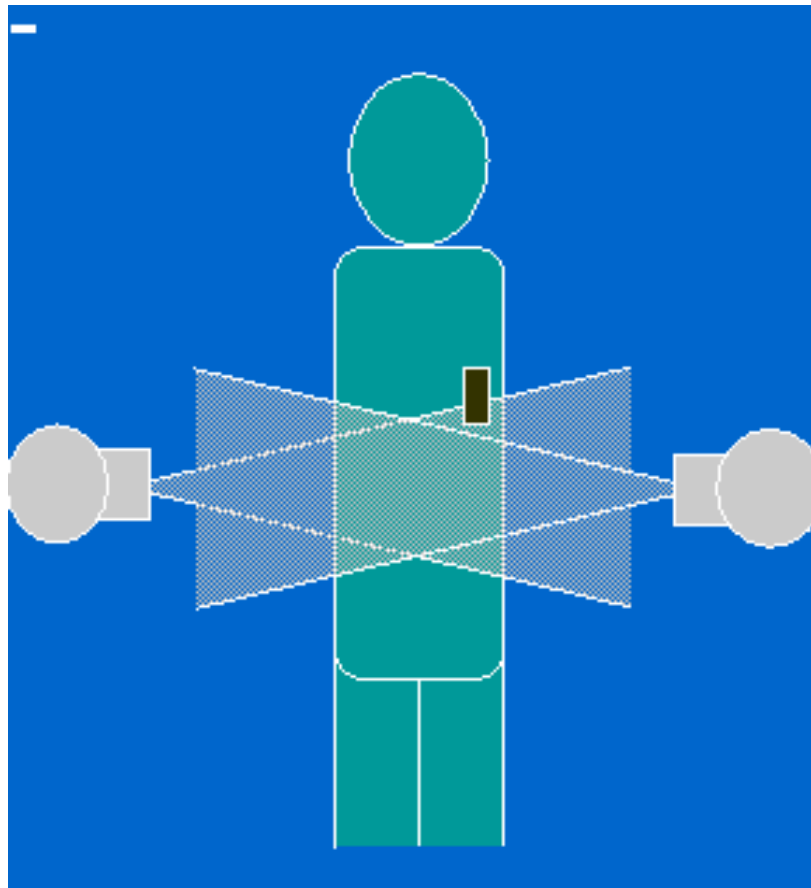
Raw image



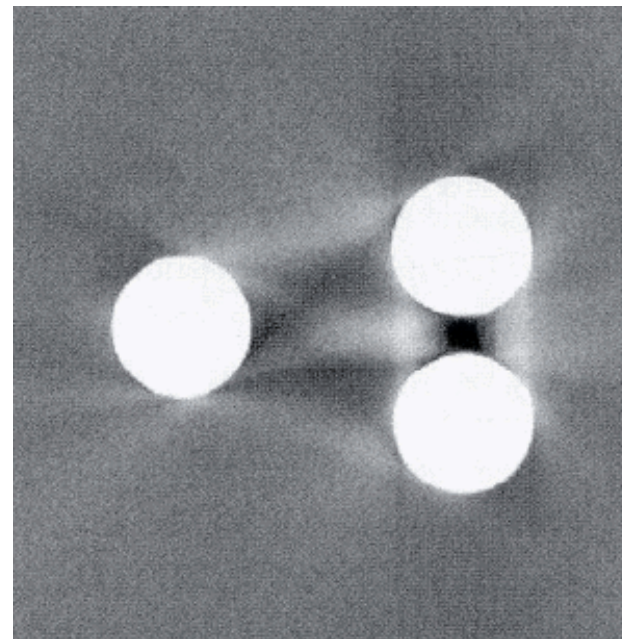
After beam hardening correction



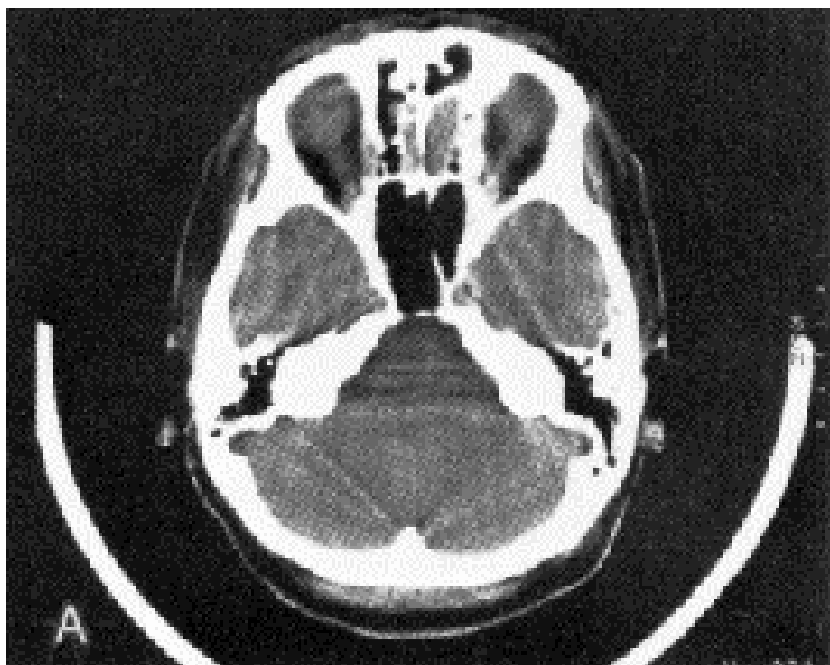
Artefakty způsobené parciálním objemem



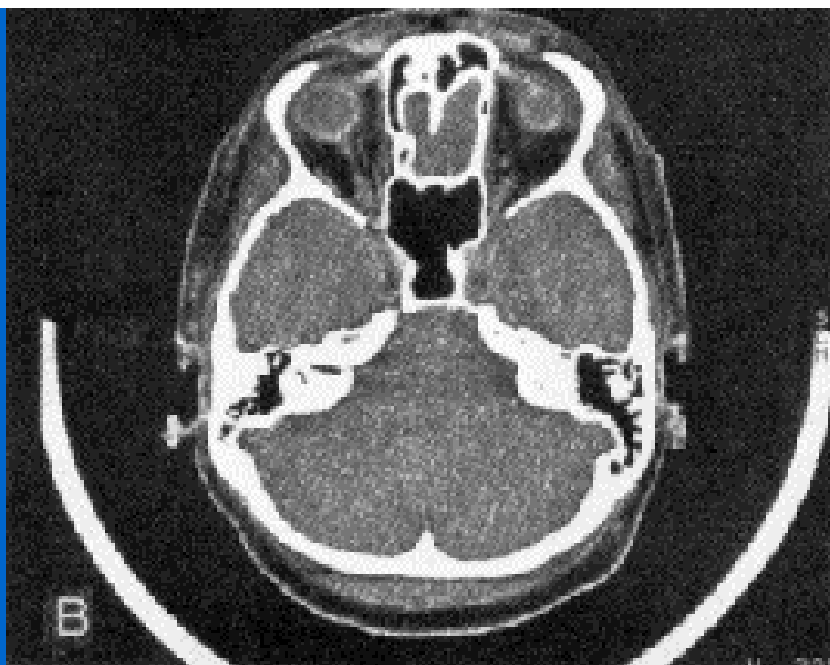
Vzniká v případě, že objekt umístěný mimo střed je částečně zobrazen v obrazové rovině



Artefakty způsobené parciálním objemem-minimalizace



tlustý řez

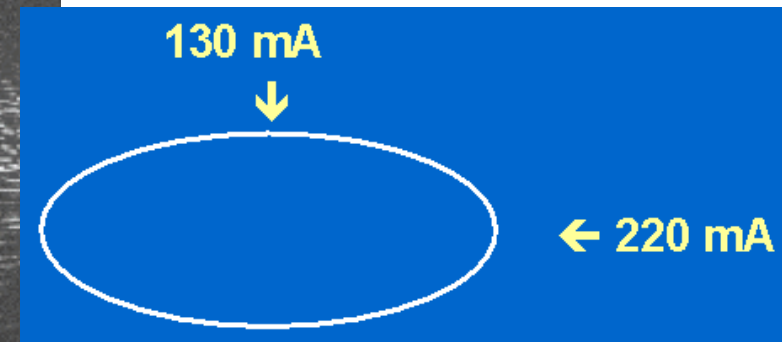
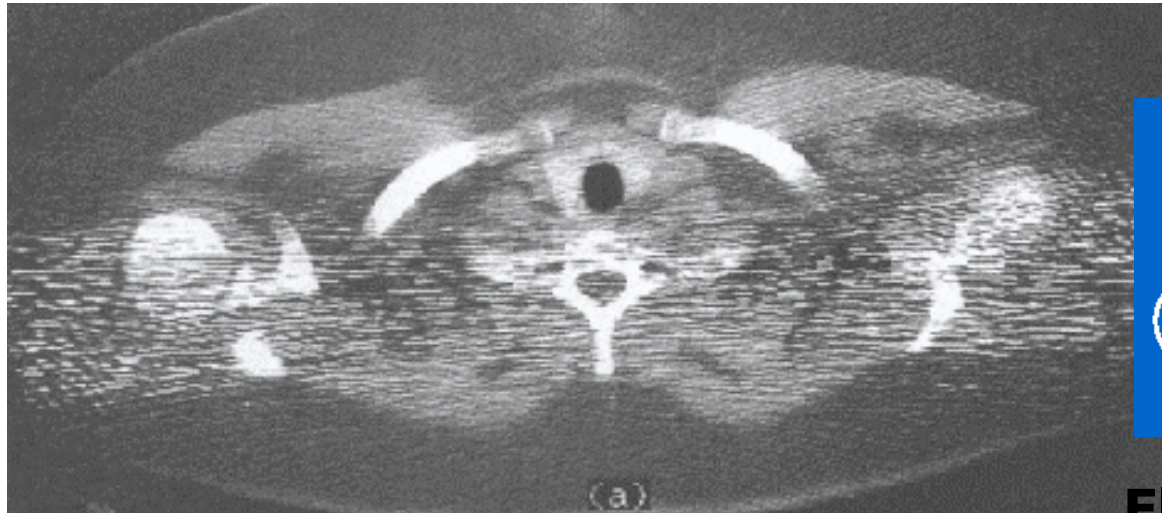


tenký řez

Nedostatek fotonů

Část individuální projekce je zašuměná z důvodu nedostatku fotonů ve svazku procházejícím nejširšími částmi těla

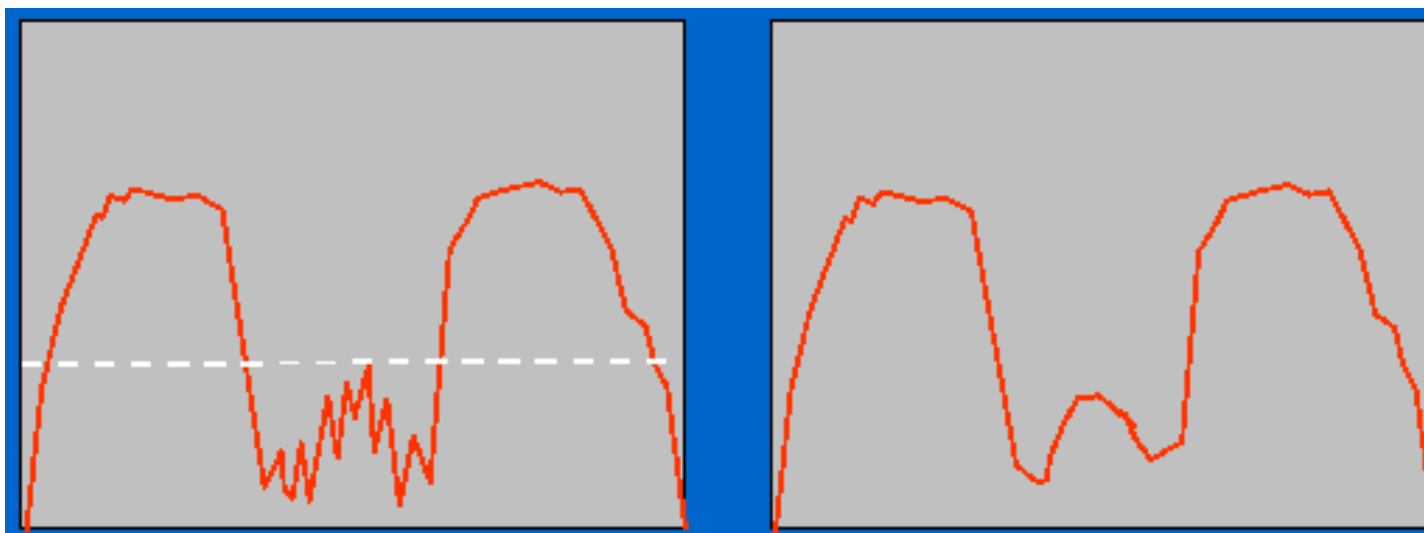
Při rekonstrukci obrazu se šum projeví formou proužků



Eliminace modulací proudu
(různé řezy-různé hodnoty
proudu)

Adaptivní filtrace

Vyhlazení každé projekce pouze v místě slabého signálu



Původní projekce

projekce po adaptivní filtraci

Multidimenzionální adaptivní filtrace

Použití pro obrazové body pod prahem hodnoty zeslabení

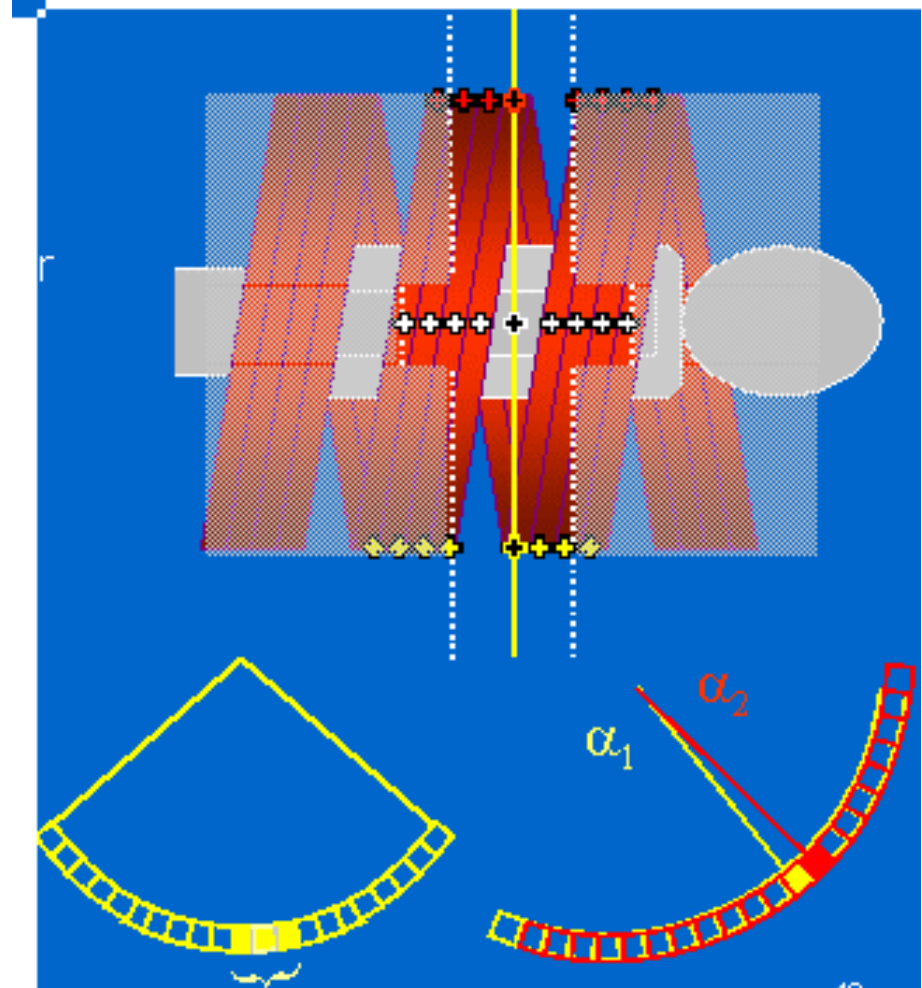
- použije se zvláště široký z-filtr pro část každé rotace

- pro každou projekci jsou hodnoty v sousedních kanálech průměrovány

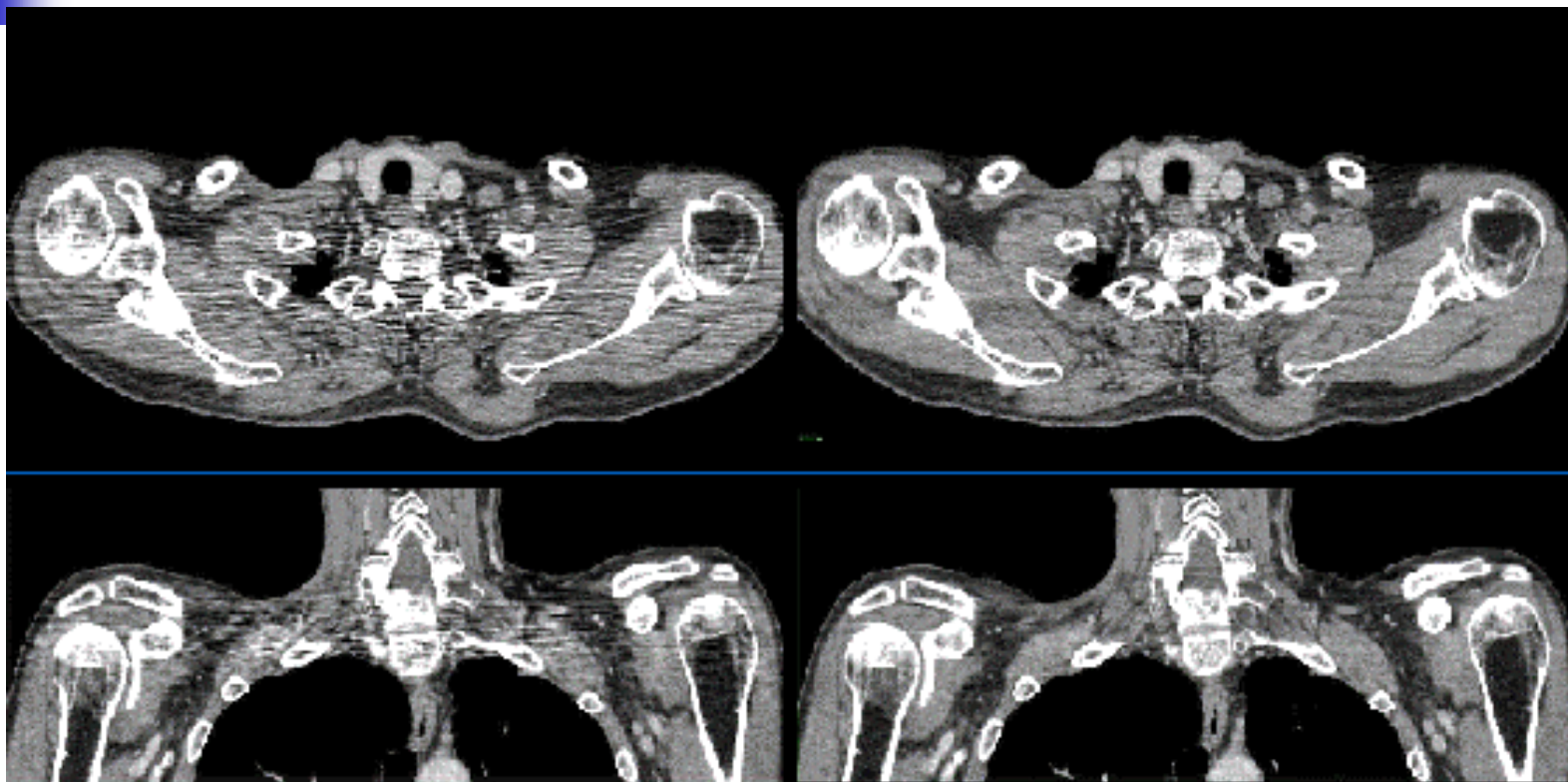
- pro každý detektor jsou průměrovány signály z následujících vzorkovacích úhlů

Pro minimalizaci rozmazání

< 5% datových bodů je upraveno



Vliv 3D multidimenzionální adaptivní filtrace



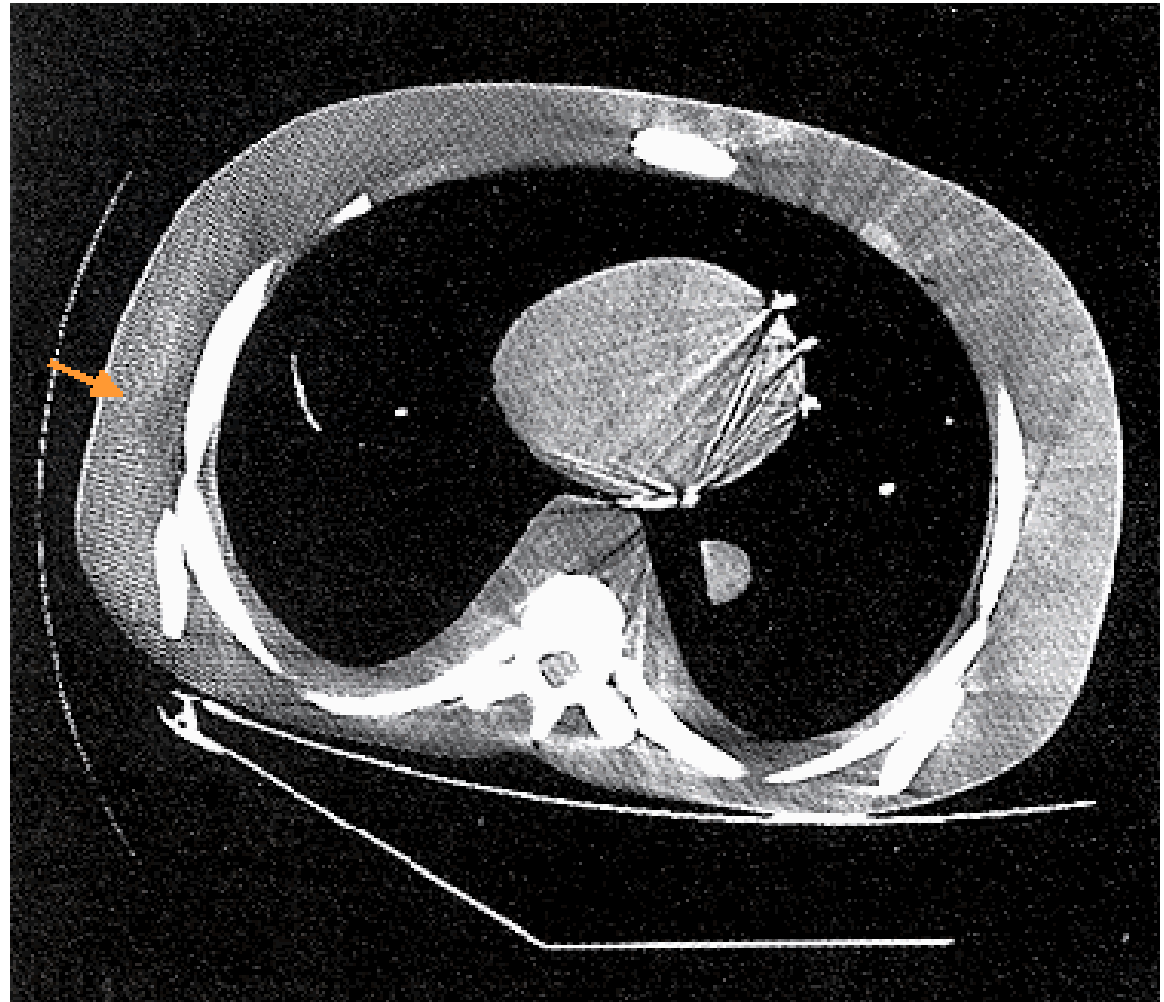
standard

s použitím MAF

Podvzorkování

Volba příliš hrubého vzorkovacího intervalu vede k nedostatečnému vykreslení detailů řezu (ztráta informací na hranách a malých detailech)

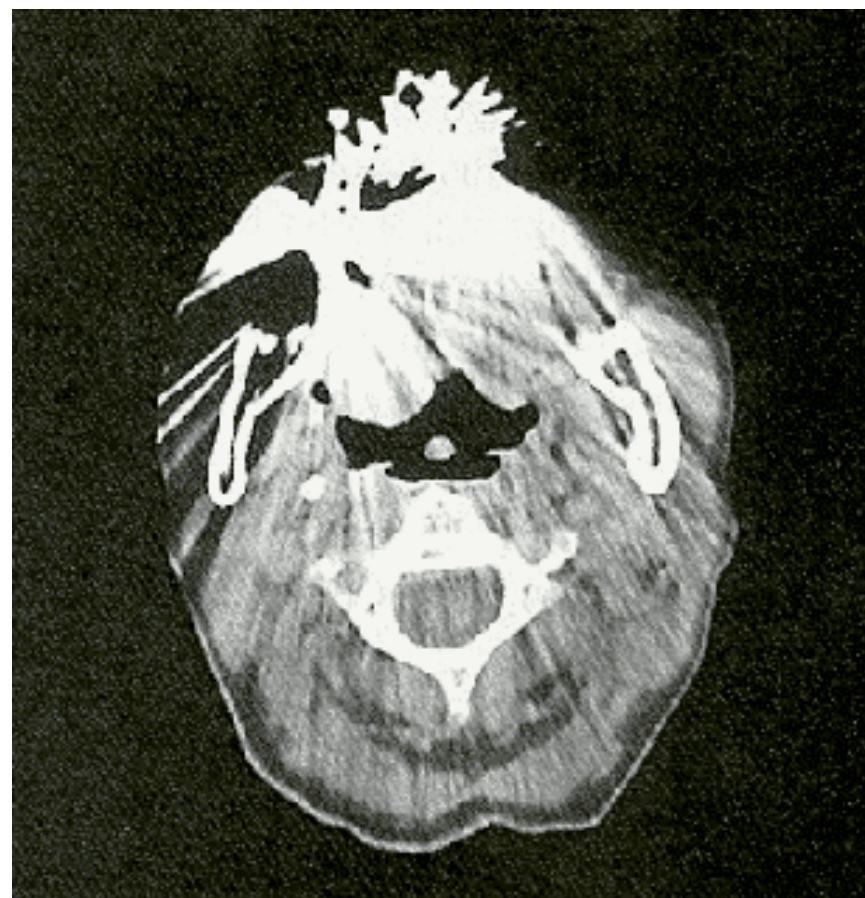
V obraze jsou patrné jemné čáry a jejich roztřepení



Artefakty vlivem kovových součástí těla

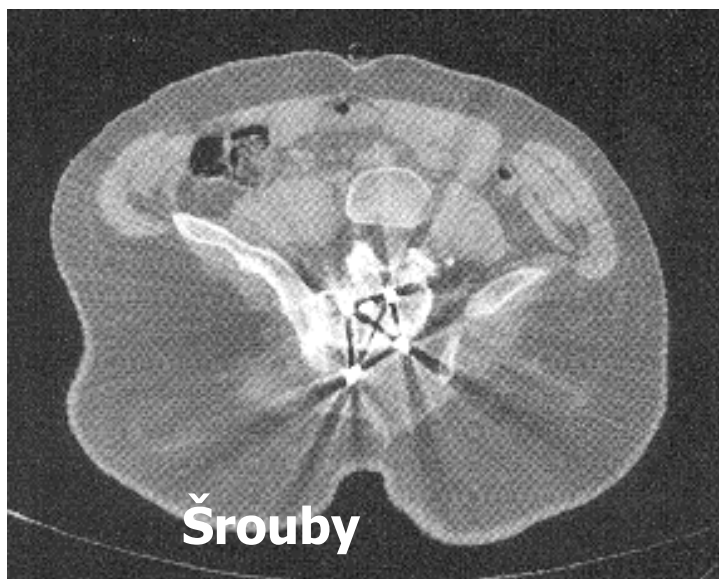
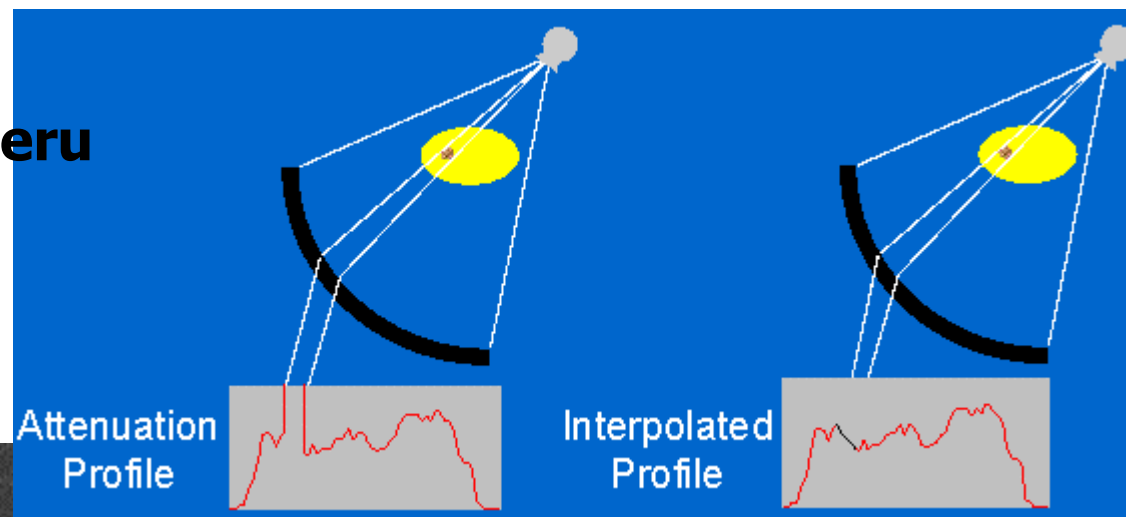
Šmouhy způsobené:

- dentálními materiály,
- protetickými pomůckami,
- sponami, šrouby,
- elektrodami



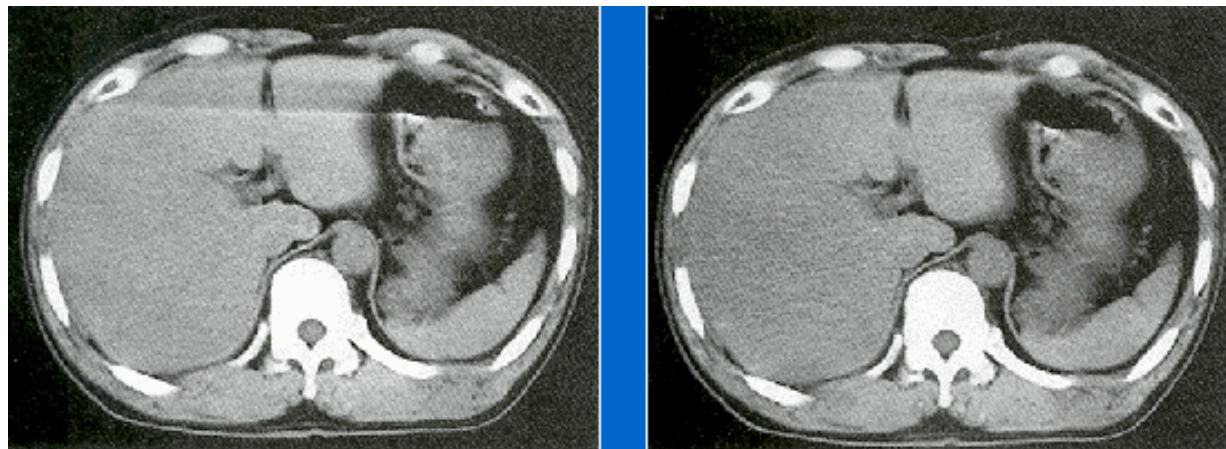
Artefakty vlivem kovových součástí těla-eliminace

- Možnost náklony portálu
- Použití speciálního softwaru



Artefakty vlivem pohybu pacienta -redukce

- Krátký skenovací čas
- Imobilizační a polohovací pomůcky
- Volba výchozí pozice rentgenky v souladu s možným pohybem těla
- Průměrování skenů (opakovaný sken)
- Speciální softwerové korekce



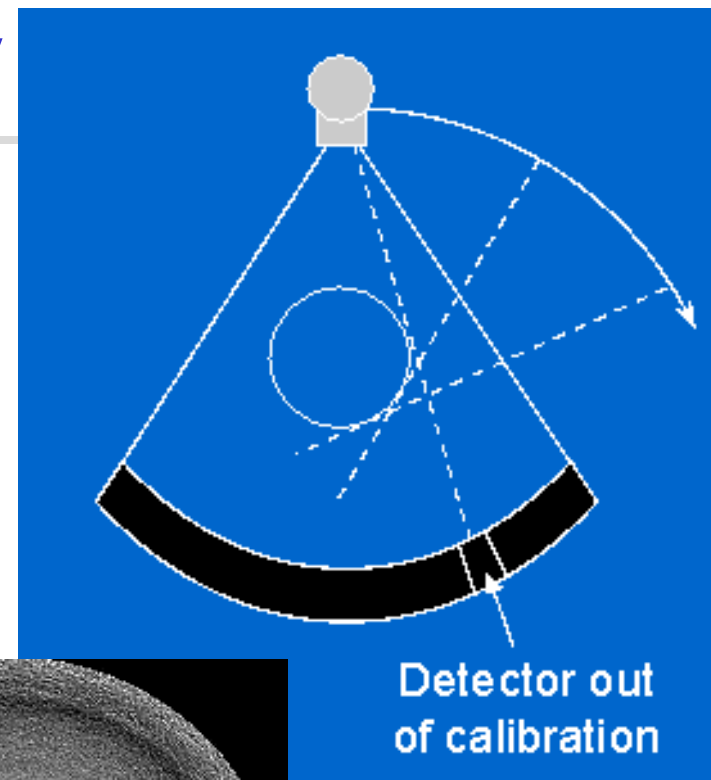
Konvenční obraz

upravený obraz po korekci

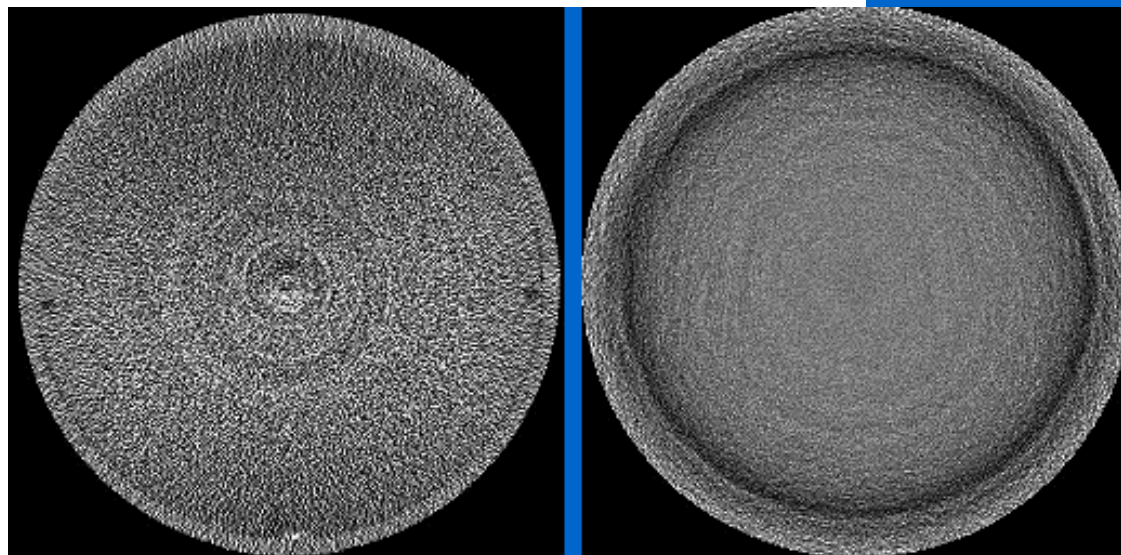
Citlivost detektoru-kruhové artefakty

U třetí generace skenerů může dojít
v důsledku rozdílu ve výtěžku
detektorů ke kruhovému artefaktu,
který se projeví v obraze.

Přítomnost těchto kruhových
artefaktů je známkou nutnosti
překalibrovat detektory



Fantom ve vodě



Fantom ve vzduchu

Mechanická nestabilita

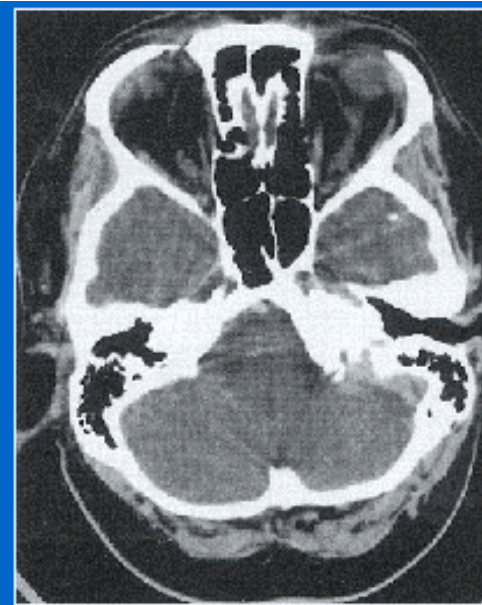
Např. pohyb rotoru s rentgenovou trubicí může být způsoben:

- rotací anody rentgenky (cca 10000 ot/min)
- vysoká teplota způsobuje trhliny na anodě
- vysoká frekvence rotoru anody způsobí odchylku rtg svazku
- projevuje se zejména proužky v obraze

Pohyb rotoru



Bez pohybu rotoru



Artefakty při spirálovém skenování

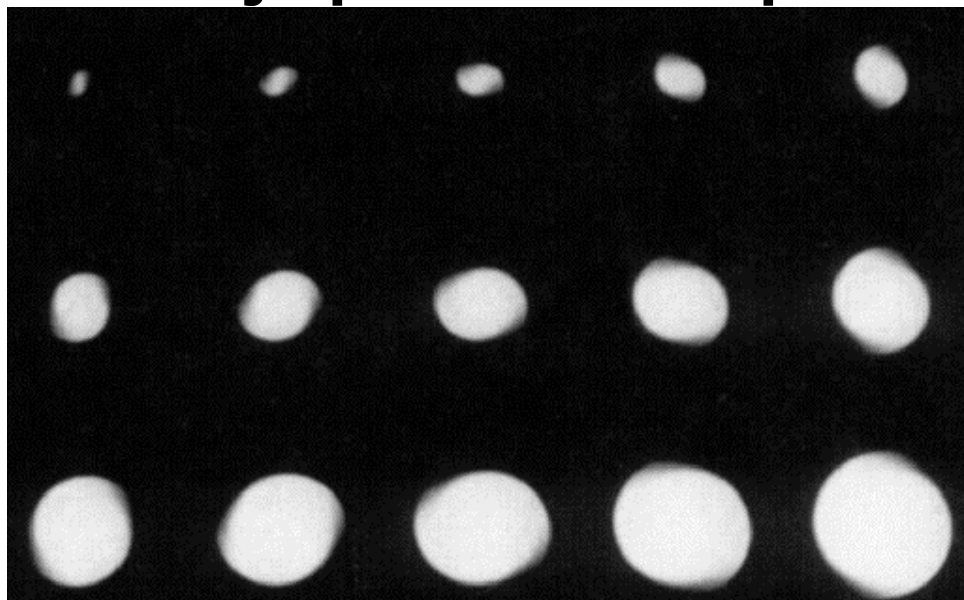
- obecně se podobné artefakty vyskytují jak u spirálového, tak i konvenčního skenování

- další artefakty jsou způsobeny u spirálového skenování interpolačními procesy

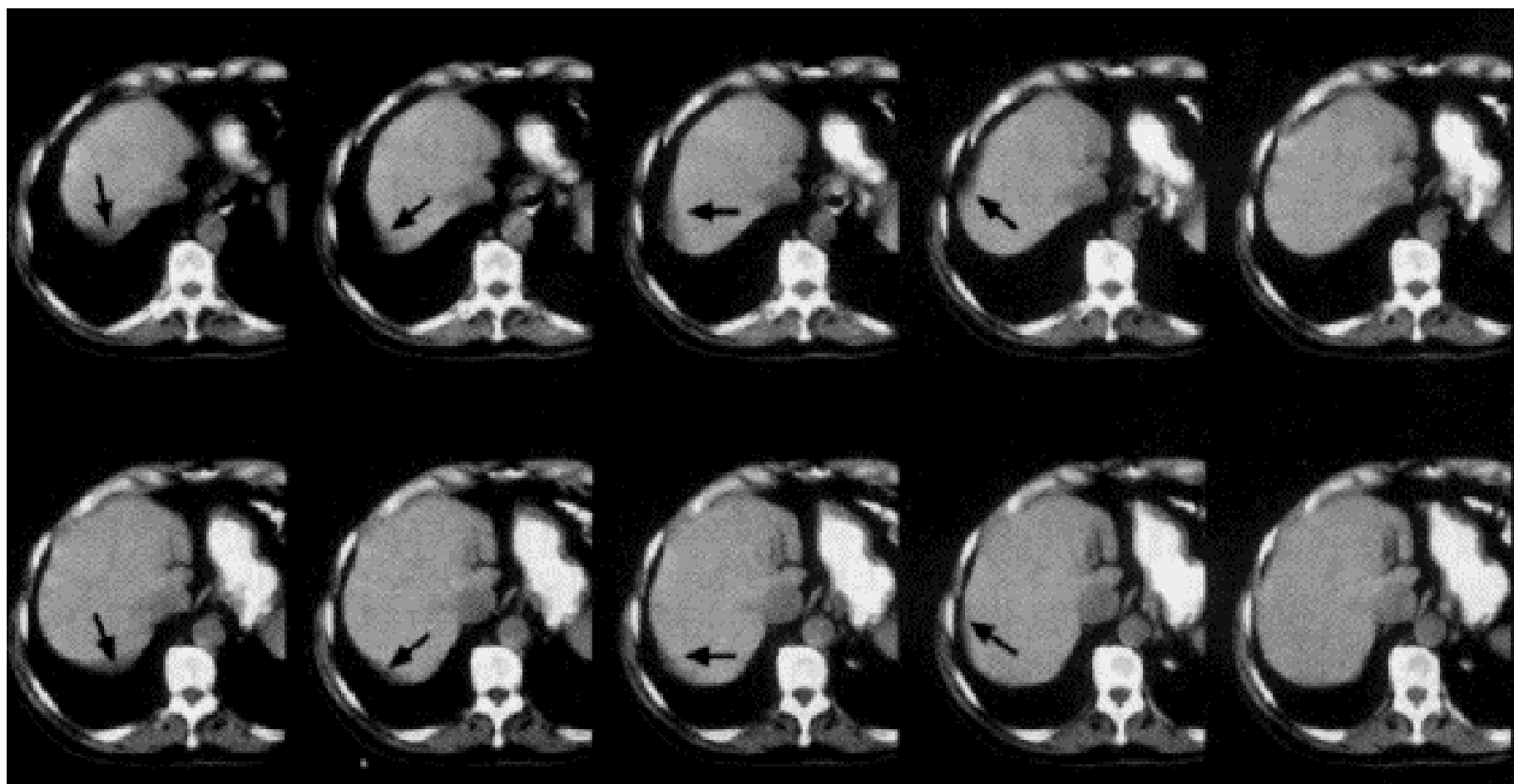
- to je např. výsledek změny struktury ve směru z (vrchol lebky)

- artefakty jsou markantnější při větších stoupáních spirály

Příklad spirálového skenu na fantomu-
stoupání 2



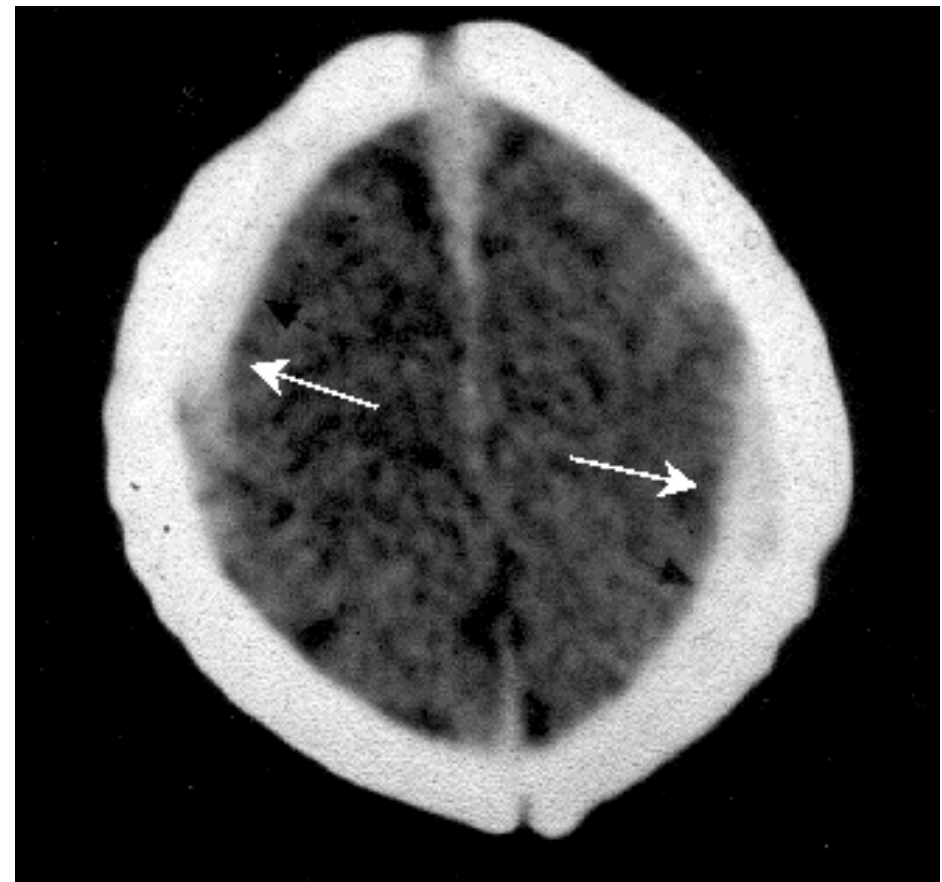
Artefakty při spirálovém skenování-břišní dutina



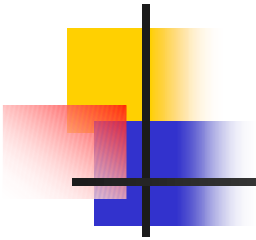
Artefakty při spirálovém skenování- hlava

Minimalizace těchto artefaktů:

- volba stoupání-nejlépe 1
- vhodnější 180° než 360° interpolátor
- tenký řez



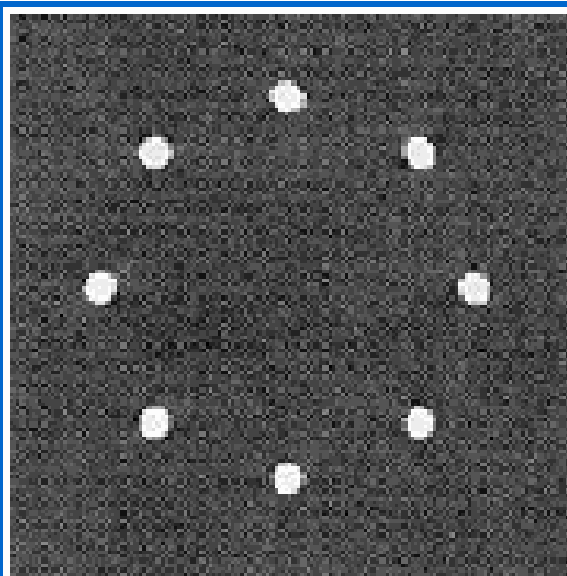
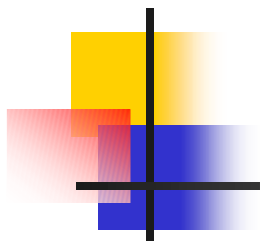
Artefakty při spirálovém skenování



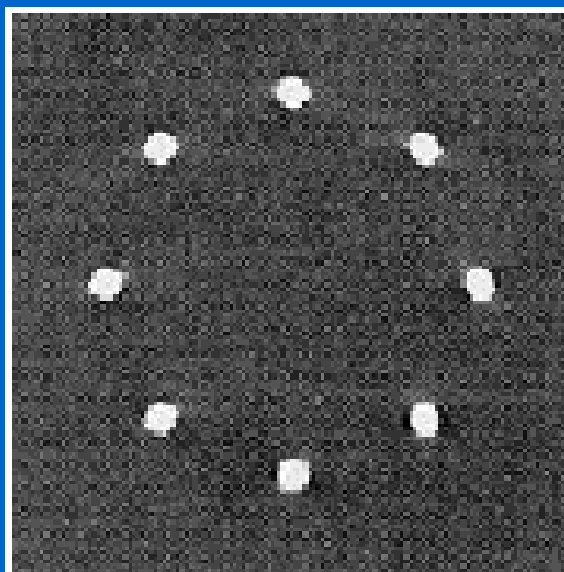
„zebra“ artefakt- způsobený nehomogenitami šumu



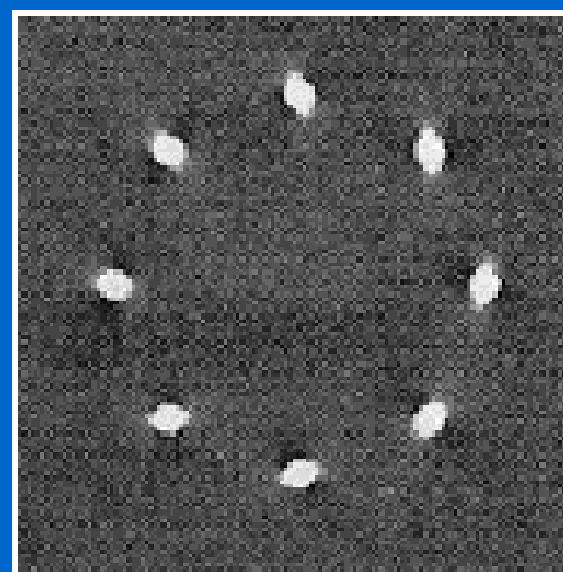
Artefakty při spirálovém skenování-vliv stoupání



Pitch 2.5



Pitch 3.5

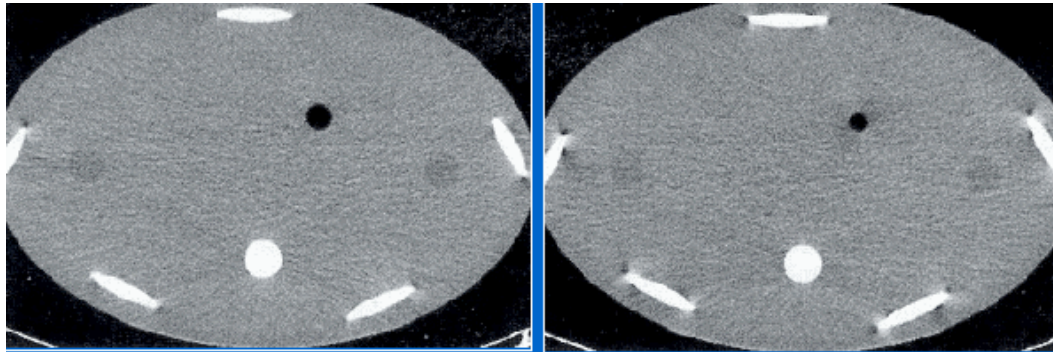


Pitch 4.5

Artefakty – vliv kuželovitosti svazku

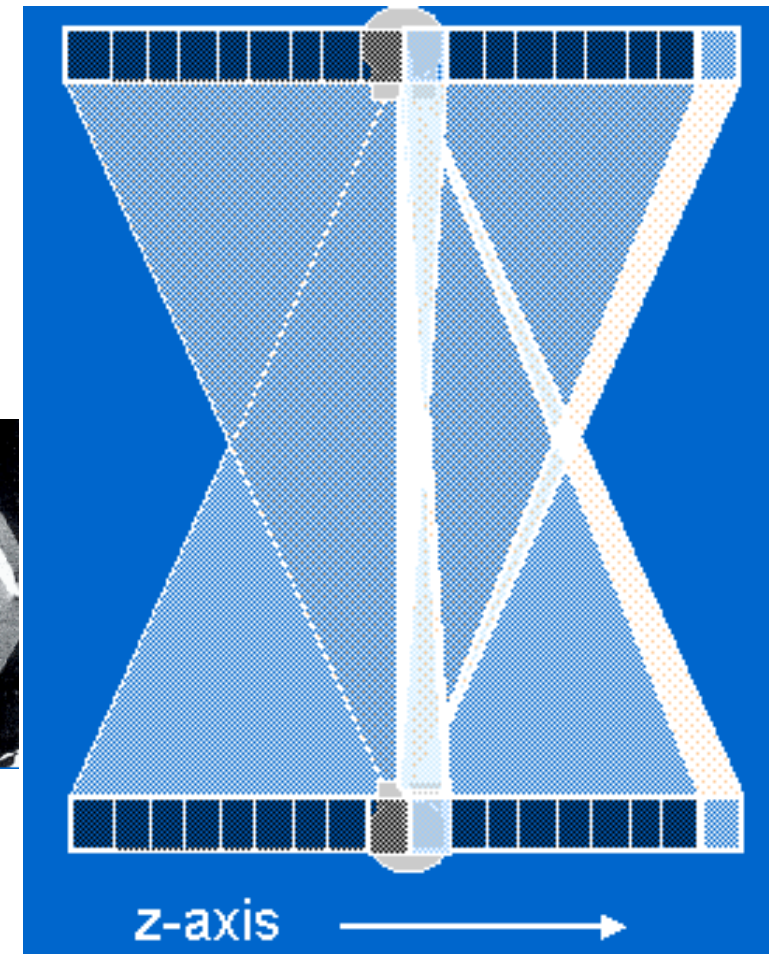
Data získaná každým detektorem souvisí s geometrií svazku

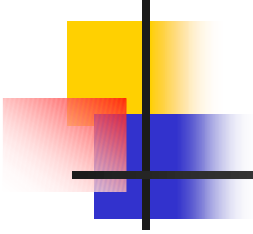
Omezená data získaná vnějšími detektory



Detektor ve středu řady

vně řady





Závěr

- Původ artefaktů pochází z řady zdrojů a degradují kvalitu obrazu
- Některé artefakty mohou být korigovány softwerově
- Pro minimalizaci artefaktů je důležitá správná volba skenovacích parametrů, správné polohování pacienta a zejména kvalitní konstrukce CT skeneru