

3x mamó poznámky k všeobecně rozšiřovaným omylům

gama křivka moderní metoda hodnocení filmů a vyvolávacího procesu

Otokar Vojtišek, V.M.K. Praha

1

V.M.K. s.r.o.

„ D_{min} musí být menší než 0,20 OD“

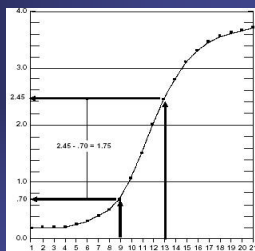
- $< 0,20$ je pouze doporučená hodnota, obvykle se pohybuje v intervalu 0,17 – 0,23
- zvýšená teploty vývojky, prodloužená doba vyvolávání jsou možné příčiny vyšší D_{min}
- pamatovat: přesnost densitometru $\pm 0,02 D$, reprodukovatelnost $\pm 0,01 OD$
- **důležitá je dlouhodobá stabilita $D_{min} \leq + 0,03$ vzhledem k počáteční hodnotě**

2

V.M.K. s.r.o.

„index kontrastu musí být v intervalu 2,6 – 3,2 OD“

- index kontrastu není mírou strmosti křivky, je to pouze rozdíl hustot dvou zvolených polí senzigramu
- **důležitá je dlouhodobá stabilita $\pm 0,15$ vzhledem k počáteční hodnotě**

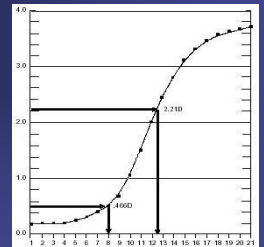


3

V.M.K. s.r.o.

„index kontrastu musí být v intervalu 2,6 – 3,2 OD“

- průměrný gradient je mírou strmosti křivky (kontrastu)
- **průměrný gradient by měl nabývat hodnot v intervalu 2,6 – 3,4 (optimálně 2,8 – 3,2)**



4

V.M.K. s.r.o.

„dávká musí být co nejnižší“

- doporučené hodnoty pro vstupní povrchovou dávkou
 - pro 40 mm PMMA ≤ 10 mGy
 - pro 45 mm PMMA ≤ 12 mGy
 - pro 50 mm PMMA ≤ 20 mGy

platí pouze pro snímky s optickou hustotou $1,00 + D_{min}$, nikoliv snímky s hustotou vyšší

5

V.M.K. s.r.o.

„dávká musí být co nejnižší“

- diagnostická referenční úroveň pro vyšetření prsu je **3 mGy** (střední dávká v mléčné žláze pro standardní prs v kraniokaudální projekci)
- **není-li překročena diagnostická referenční úroveň, musí být kvalita zobrazení upřednostněna před dávkou**

6

V.M.K. s.r.o.

gama křivka

gama křivky představují moderní metodu hodnocení

- nastavení vyvolávacího procesu
- kvality zpracování filmů (pouze kontrast, nikoliv citlivost)
- hodnocení kvality filmů

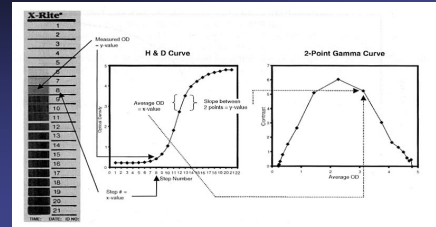
literatura:

Hendrick R.E., Berns E., „Optimizing the Selection of Film and Film Processing in Screen-Film Imaging“, v „Advances in Film Processing Systems Technology and Quality Control in Medical Imaging“, ed. Haus A.G., Medison, WI, 2001

7

V.M.K. s.r.o.

konstrukce gama křivky



8

V.M.K. s.r.o.

konstrukce gama křivky

$$x_i = \frac{OD_{i+1} + OD_i}{2}$$

$$y_i = \frac{OD_{i+1} - OD_i}{\log_{10} \sqrt{2}} = \frac{OD_{i+1} - OD_i}{0,15}$$

9

V.M.K. s.r.o.

index kontrastu vyvolávání

Parametr, který charakterizuje kontrast zpracování v celém rozsahu optických hustot:

index kontrastu vyvolávání A_g
(film-processing contrast index)

$$A_g = \int_{OD_{min}}^{OD_{max}} \gamma(x) dx$$

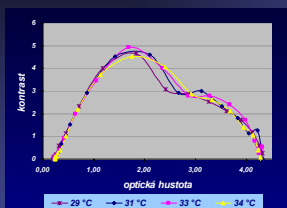
lze provést lineární interpolaci:

$$A_g = \left(1/4 \log \sqrt{2}\right) \sum_{i=1}^{19} (OD_{i+2} - OD_i)^2$$

10

V.M.K. s.r.o.

aplikace



film 1 při různých teplotách vývojky

29 °C: $A_g = 11,39$

31 °C: $A_g = 11,87$

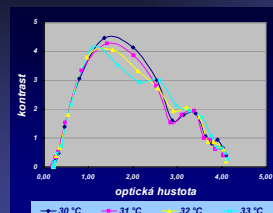
33 °C: $A_g = 12,05$

34 °C: $A_g = 11,69$

11

V.M.K. s.r.o.

aplikace



film 2 při různých teplotách vývojky

30 °C: $A_g = 10,11$

31 °C: $A_g = 9,65$

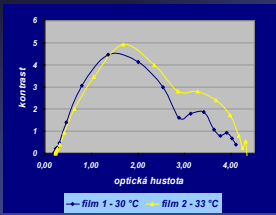
32 °C: $A_g = 9,70$

33 °C: $A_g = 9,63$

12

V.M.K. s.r.o.

aplikace



film 1 a film 2
porovnání

film 1: $A_g = 10,11$

film 2: $A_g = 12,05$

13

V.M.K. s.r.o.

Jarní sympóziium SRLA ČR, Karlovy Vary 21.5. – 22.5.2004

10 klamných představ o CR

Otokar Vojtíšek, V.M.K. Praha

literatura:

Willis C.E.: Quality assurance: an overview of quality assurance and quality control in the digital imaging department. Meeting the Challenge in the Digital Medical Enterprise. Great Falls, Va: Society for Computer Applications in Radiology, 2002: 1-8.

Willis C.E.: 10 Fallacies About CR. SCAR 2004 Annual Meeting, May 20-23, 2004, Vancouver

14

V.M.K. s.r.o.

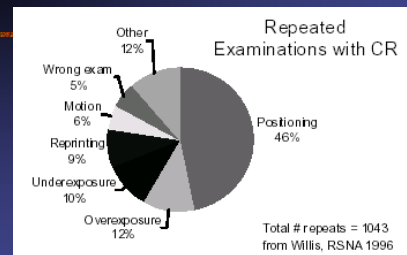
klam 1: „již žádné špatné snímky, zvolím-li CR“

- analýzy ukazují, že k opakování snímků dochází s téměř stejnou frekvencí jako u konvenční radiografie
- nerealisticky nízká frekvence opakování snímků je spíše obrazem lhovosti



15

V.M.K. s.r.o.



16

V.M.K. s.r.o.

klam 2: „CR znamená plug-and-play“

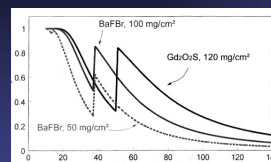
- provedení, ověření a dokumentování kalibrace všech komponent při instalaci je minimum
- ověření způsobu ukládání demografických informací
- klíčové je zaškolení obsluhujícího personálu (radiologických laborantů)



17

V.M.K. s.r.o.

klam 3: „použijí stejné snímkovací techniky jako pro klasický systém film-fólie“



- expoziční doba musí být dvojnásobná proti dnešním klasickým fóliím s relativní citlivostí 400 (kvůli potlačení šumu)
- nutnost používat mřížky s vyšší prostorovou frekvencí (> 55 lamel / cm)

18

V.M.K. s.r.o.

klam 4: „při CR nemusím vycloňovat svazek“

- software vyhledává hranice oblastí, ve kterých může být maximalizován kontrast; pokud je nenajde, může dojít k bizarním zobrazením
- **NE** více projekcím na jednu kazetu



19

V.M.K. s.r.o.

klam 5: „naše CR je nakalibrována u výrobce“

- vibrace a další vlivy přepravy
- rozdíl rtg generátorů u výrobce a na oddělení
- zkušenost: výkonnost rozdílná od specifikace
- **nutnost kalibrace na místě po instalaci**

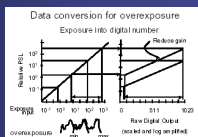


20

V.M.K. s.r.o.

klam 6: „indikátor expozice nemá prakticky žádný význam“

- CR toleruje nadexpozice i podexpozice, denzita tak již není indikátorem zvolené expozice (dávky)



- každý z výrobců zavedl vlastní numerický indikátor množství záření absorbovaného paměťovou fólií, který je užitečný pro monitorování relativních expozičních hodnot (optimálních expozic)

21

V.M.K. s.r.o.

klam 7: „při CR mohu zvolit libovolnou expozicí“

- proces buzení luminiscence vydává signál lineárně úměrný množství absorbovaného rtg záření v rozsahu více než 10 000 násobněm

ale:

- elektro-optický systém CR má konečný dynamický rozsah, řádově 1 000
- klinické obrazy mají dynamický rozsah řádově 100
- **TOLERANCE pro chybnou expozici je nejvýše 10 (± 5)**

22

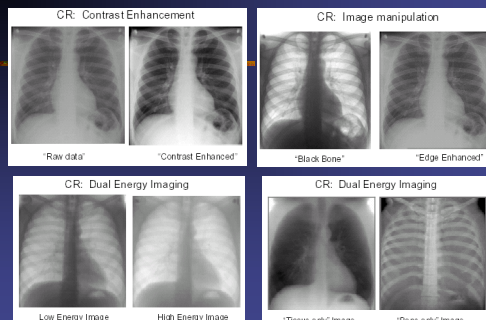
V.M.K. s.r.o.

klam 8: „zpracování obrazu v CR je plně optimalizováno pro diagnostické zobrazení“

- původně bylo zpracování obrazu v CR navrženo tak, aby se obraz po vytištění laserovou kamerou podobal co nejvíce standardnímu obrazu ze systému film-fólie
- založeno na předpokladu, že film-fólie je to nejlepší
- zpracování obrazu prošlo velkým vývojem
- dnes **neplatí**, že zpracování obrazu, které je optimální pro laserovou kameru, bude optimální pro prohlížení například na LCD monitoru

23

V.M.K. s.r.o.



24

V.M.K. s.r.o.

klam 9: „pro paměťové fólie není žádný limit co do počtu použití“

- z fyzikálního hlediska skutečně limit není
- **mechanické vlivy:**
kontaminace prachem a nečistotami
poškrábání, odření, praskliny
- **chemické vlivy:**
jód obsažený ve fólii vlivem vodních par oxiduje, fólie mění barvu, výsledkem mohou být artefakty na snímků

25

V.M.K. s.r.o.

klam 10: „každou chybu při CR mohou napravit zpracováním obrazu“

i přes velký pokrok výpočetní techniky jsou některé chyby neodstranitelné (viz 1)

zpracování obrazu je jen slabou náhražkou chybných vyšetřovacích postupů

26

V.M.K. s.r.o.

Jarní sympóziium SRLA ČR, Karlovy Vary 21.5. – 22.5.2004

CR: kontrola kvality zobrazení

Otokar Vojtíšek, V.M.K. Praha

literatura:

Saibert J.A.: Computed Radiography: Technology and Quality Assurance, in: The Expanding Role of Medical Physics in Diagnostic Imaging (ed. Frey G.D., Sprawis P.), Proceedings of the 1997 Summer School, AAPM, Wisconsin 1997

27

V.M.K. s.r.o.

CR - přijímací zkoušky

- kontrola dokumentace včetně uživatelských manuálů
- ověření zaškolení personálu dodavatelem
- vizuální kontrola všech prvků zobrazovacího řetězce (se speciálním důrazem na paměťové fólie)
- ověření správnosti demografických údajů na tiskových výstupech a obrazových displejích
- kontrola nastavení záznamových zařízení (pro tiskové výstupy)

28

V.M.K. s.r.o.

CR - přijímací zkoušky

- test vyvolávacích automatů a laserových tiskáren
- kalibrace laserových tiskáren (senzitivita)
- kalibrace obrazových displejů, testy rozlišení
(nastavení jasu a kontrastu pomocí zkušební obrazce, měření rozlišení při vysokém kontrastu jak ve středu obrazu, tak i po jeho okraji, stanovení geometrického zkreslení obrazu, měření jasu displeje a osvětlení místnosti)

29

V.M.K. s.r.o.

CR - přijímací zkoušky

- průchodnost kazet a fólií (u systémů s automatickým zaváděním kazet)
- pozadí fólií (dark noise)
- odezva fólií – homogenita denzity a reprodukovatelnost indikátoru expozice
- linearita systému, expoziční odezva
- funkčnost skenovacího laseru

30

V.M.K. s.r.o.

CR - přejímací zkoušky

- prostorové rozlišení (při vysokém kontrastu)
- test s drátěnou mřížkou – homogenita rozlišení v celé ploše receptoru
- rozlišení při nízkém kontrastu
- přesnost měření vzdáleností
- přesnost a průchodnost cyklu mazání fólie
- ověření správné funkce algoritmů zpracování obrazu (fantom musí obsahovat objekty s nízkým kontrastem, s vysokým kontrastem, hliníkový klín)

31

V.M.K. s.r.o.

CR - přejímací zkoušky

- hardwarové artefakty
např. rtg systém, mřížky, čtecí zařízení, fólie, atd.
- softwarové artefakty
nevhodný výběr menu pro zpracování obrazu
- artefakty způsobené zobrazovaným objektem
- artefakty způsobené při manipulaci s filmem

32

V.M.K. s.r.o.

CR – zkoušky provozní stálosti

denní zkoušky

- vizuální kontrola systému, zejména místa vstupu kazety do skeneru
- kontrola vyvolávacího automatu
- senzitometrická kontrola (laserová tiskárna i film)
- vymazání fólií s nejasným statusem před jejich použitím
- ověření správné funkce všech obrazových displejů

33

V.M.K. s.r.o.

CR – zkoušky provozní stálosti

týdenní zkoušky

- vyčištění všech filtrů a ventilačních otvorů systému a automatu
- vymazání všech receptorů (fólií)
- kalibrace obrazových displejů (SMPTE obrazec, nastavení jasu a kontrastu)
- zobrazení fantomu a uložení do databáze



34

V.M.K. s.r.o.

CR – zkoušky provozní stálosti

měsíční zkoušky

- údržba vyvolávacího automatu, výměna chemikálií
- kontrola kazet a fólií, čištění
- kvantitativní a kvalitativní analýza obrazu fantomu
- analýza opakování snímků
- analýza programu jakosti – stanovení příčin problémů a uvedení nápravných opatření

35

V.M.K. s.r.o.

CR – program jakosti

CR – úvodní kurz

- fyzikální základy
- zpracování a úprava obrazu
- program kontroly kvality
- praktická část na zařízení OREX

září 2004 – sledujte www.vmk-rtg.cz

36

V.M.K. s.r.o.

**Děkuji Vám
za pozornost**

