

# Strategier för optimering av interventionella röntgenprocedurer och användning av patientdosindex

Framtaget 2024 av arbetsgrupp inom Svensk förening för radiofysik. Deltagare: Ali Al-Jandeel, Jonny Hansson, Emma Hedin, Afrah Mamour, Patrick Pettersson och Michael Sandborg.

## Inledning

Optimering av interventionella röntgenprocedurer, med potentiellt höga patientdoser, är ett interprofessionellt förbättringsarbete där sjukhusfysiker bidrar med sin kompetens. För att nå framgång kräver optimering ett engagemang och intresse från verksamhetens ledning. Olika strategier kan utvecklas lokalt och detta exempel är tänkt att inspirera och väcka tankar kring olika arbetssätt. Ambitionsnivån måste förstås anpassas till de lokala förutsättningarna t.ex. i linje med de kommande ICRP rapporternas tre steg: *Basic*, *Intermediate* och *Advanced*. I rapporten föreslås att komplexiteten i optimeringsarbetet utvecklas från grundläggande upprättande av protokoll, kvalitetskontroller och personalutbildning via kvalitetsuppföljning och inrättande av utvecklingsgrupper till genomförande av systematiska optimeringsprojekt med validering av resultat.

Till skillnad från den diagnostiska verksamheten inom radiologi är interventionsverksamheten inte endast inriktad på att få fram ett optimalt bildmaterial för att ställa diagnos utan mer på att använda bildgivningen som ett verktyg för att uppnå ett behandlingsresultat. Det är ofta ett komplext teamarbete där de svaga länkarna behöver identifieras och ambitionsnivån anpassas för att uppnå ett optimalt resultat. Kvaliteten på bildmaterialet är givetvis viktigt för att uppnå målet, men det finns många andra faktorer att ta hänsyn till för att nå en optimerad behandling/undersökning. I ett strukturerat optimeringsarbete är det viktigt att man prioriterar var man gör den största nyttan. Då bör problem med bildkvaliteten och utfallet, för viktiga berättigade ingrepp, prioriteras högre än patientdoser på grupp- eller individnivå (Hansson et al 2010).

För att nå framgång med att lösa bildkvalitetsproblem kan sjukhusfysikerna etablera en funktionell dialog med leverantören av röntgenutrustningen och verksamheten genom att stödja denna med att utvärdera förändringen av bildkvalitet med etablerade metoder för utvärdering av bildkvalitet. Ambitionsnivån i detta bör då anpassas efter den typ av kvalitetsproblem som den aktuella verksamheten brottas med.

Möjlighet för sjukhusfysikern att justera modalitetens protokoll (t.ex. bildprocessning och exponeringsvärden) är vanligtvis inte lika stora som vid datortomografi eller konventionell röntgen utan leverantören väljer ofta att ha en dialog direkt med operatörerna. Sjukhusfysikern bör därför etablera ett förtroende hos båda dessa parter och försöka bidra på bästa sätt till denna komplexa verksamhet. En framgångsfaktor kan vara att stötta verksamheten gentemot leverantören vid problem med bildkvaliteten men även koppla ihop patientdosindexen med personaldosstorheterna Hp(10) och Hp(3) och motivera ökad strålsäkerhet även för personalen.

Nedan beskrivs spannet av optimeringsinsatser man kan engagera sig i inom interventionella röntgenprocedurer. Syftet med beskrivningen är också att skapa en målbild där man siktar på att successivt göra mer avancerad optimering med systematisk utvärdering av resultatet i en iterativ cykel som kallas PGSA-cykeln (Planera, Göra, Studera, Agera).

## PGSA-cykeln

PGSA-cykeln är en metod för att planera förbättringar i verksamheten, genomföra dessa, studera effekterna av förändringen och till sist agera och utvärdera resultatet och vid behov genomföra ytterligare förbättringar. Arbetet bör i första hand prioritera eventuella problem med bildkvaliteten som kan påverka utfallet av ingreppet. När bildkvaliteten är tillräcklig för ingreppets syfte kan bildoptimering påbörjas med syftet att minimera stråldoserna. En metod att prioritera identifierade optimeringsbehov (4-bitarsmetoden) har presenterats av Hansson et al 2010.

Allt utgår från verksamheten. Sjukhusfysiker samarbetar med alla olika yrkeskategorier och funktioner såsom metodansvariga interventionister och sjuksköterskor, labbansvarig, verksamhetens ledning, radiologisk ledningsfunktion, strålningsfysikalisk ledningsfunktion, ingenjörer, leverantörer etc. I detta dokument berörs det optimeringsarbete som sjukhusfysiker är involverade i även om andra funktioner kan vara drivande.

### **Planera**

- Etablera dagordning för återkommande möten (t.ex. vid modalitetsgruppsmöten, optimeringsgruppsmöten, strålsäkerhetsronder etc.) mellan sjukhusfysiker, metodansvariga interventionister och sjuksköterskor med syfte att initiera och följa upp de åtgärder som behövs för att hålla hög bildkvalitet och minska risken att enskilda patienter får onödigt höga stråldoser samt att stråldosen på gruppnivå är rimlig. Arbetet ska både fokusera på stokastiska och deterministiska effekter. Använd ICRP 154 (TG108) som mall för frågor eller punkter att diskutera på mötena.
- Planera återkommande praktiska utbildningar som t.ex. handhavande av röntgenutrustningen och strålsäkerhetsövningar med dosmätinstrument och antropomorfa fantom med syfte att påvisa effekterna på dosindex av dossparande åtgärder och om möjligt på bildkvaliteten. Ett förslag på avancerad praktisk utbildning av interventionister finns bilagt denna strategi.

### **Göra**

- Agera, i dialog med verksamhet och leverantör, på eventuella problem med bildkvaliteten, dokumentera leverantörens vidtagna åtgärder och analysera förändringar i bildkvaliteten under processen.
- Sammanställ regelbundet dosindex (t.ex. median, 95:e percentil) och återkoppla dessa till verksamheten för att öka medvetenheten om dosindexens storlek och variation mellan olika ingrepp. Om möjligheten finns, ge gärna individuell återkoppling till enskilda operatörer angående deras patienters dosindex.
- Bistå verksamheten med att revidera deras metodbeskrivningar (speciellt avseende undersökningsprotokollet på modaliteten) för alla undersökningsmetoder.
- Kom överens om vilka dospåverkande åtgärder (strålningsgeometri, dosnivå, pulsfrekvens, kollimering, FOV etc.) som är rimliga att vidta vid de olika stegen i de specifika ingreppen och låt metodansvariga säkerställa att dessa åtgärder inte riskerar ingreppets säkerhet avseende bildkvalitet.

### **Studera**

- Jämför relevanta dosindex för liknande ingrepp med andra regioner eller från litteraturen.
- Försök etablera ett samband mellan dosindexen (t.ex. KAP, CAK, PSD) från modaliteten och maximal huddos med hjälp av egna mätningar eller översättningsfaktorer från litteraturen för de mest doskrävande ingreppen.

- Uppskatta om åtgärderna efter eventuell justering av undersökningsprotokollen eller utbildningsinsatsen påverkade dosindexen genom att följa dosindexen över tid. Försök förkasta H0 att dosindexen är oförändrade med ett statistiskt test; Mann-Whitney U-test.
- Välj ut ett rimligt antal utförda ingrepp och be en grupp interventionister systematiskt bedöma bildkvaliteten utifrån det kliniska syftet som en del av den kliniska revisionen. Bistå med statistiska bildkvalitetsanalyser, speciellt vid problem med bildkvaliteten.

### **Agera**

- Då höga enskilda dosindex uppdagas bör sjukhusfysiker tillsammans med utförande interventionist studera de enskilda fallen och försöka ta reda på vad som föranledde det höga dosindexet. Reflektera över om dosbesparande åtgärder kan vidtas utan att riskera ingreppets säkerhet. Beakta även tidigare liknande ingrepp.
- Om en avvikande negativ trend observeras för ett visst ingrepp, försök då identifiera systematiska optimeringsåtgärder och/eller kvalitetskontroll av utrustningen.
- Genomför regelbundna kvalitetskontroller, inklusive analys av bilder från utrustningen och säkerställ att utrustningen har korrekt funktion efter service eller förebyggande underhåll. Erfarenheter från kvalitetskontroller kan sedan användas som ett av underlagen för ny planering av optimeringsinsatser.
- Genom att be personalen regelbundet exponera bilder/bildserier av fantom som skickas till server för automatisk analys kan man enklare följa utrustningens prestanda över tid och snabbare reagera på negativa trender på dos- eller bildkvalitet.
- Agera med intresse på bildkvalitets- eller dosrelaterade avvikelser från kliniken och dokumentera och diskutera dessa vid möten med verksamheten t.ex. vid strålsäkerhetsronder.

### **Referenser:**

[TG108 Optimisation of Radiological Protection in Digital Radiology Techniques for Medical Imaging for Public Consultation](#)

[TG108 Practical Aspects in Optimisation of Radiological Protection in Digital Radiography, Fluoroscopy, and CT for Public Consultation](#)

Hansson J, Sund P, Jonasson P, Månsson L-G and Båth M. A practical approach to priorities among optimisation tasks in X-ray imaging: introducing the 4-bit concept. Radiat. Prot. Dosim. 139 (1-3) 393-399, 2010. <https://doi.org/10.1093/rpd/ncq056>

# Bilaga- Förslag på strålsäkerhetsutbildning med operatörer med optimeringsinriktning

## Inledning

Förbered dig som övningsledare t.ex. genom att ha genomfört övningen/utbildningen på den specifika utrustningen i förväg så att du känner till dess egenskaper (exempelvis vissa utrustningar justerar dos/puls om man ändrar pulsfrekvens; eventuellt ändrar dosrat i referenspunkt när man zoomar in; eventuellt reglerar exponeringsparametrarna "smartare" än utifrån dosraten till detektorn). Tänk även på begränsningarna hos dina egna mätinstrument, t.ex. lägsta och högsta dosrat, inbyggd medelvärdesbildning i elektroniken på strålskyddsinstrumentet som gör att responsen kan bli långsam.

Var lyhörd för hur operatörerna använder utrustningen för sina specifika syften och inkludera de funktionerna som de använder. Påminn eventuellt om funktioner som de inte använder men som skulle kunna påverka dosindex och bildkvalitet.

Blanda demonstration/undervisning med dialog så att utbildningstillfället upplevs relevant och intressant och ett gemensamt optimeringsarbete. Återkoppla till tidigare teoretiska genomgångar av t.ex. dosgränser, riskorgan, berättigande.

Ett syfte med utbildningen är att efterleva SSMFS 2018:5, 3 kap. 4§ där det anmodas särskilda utbildningsmoment vid stråldoskrävande metoder.

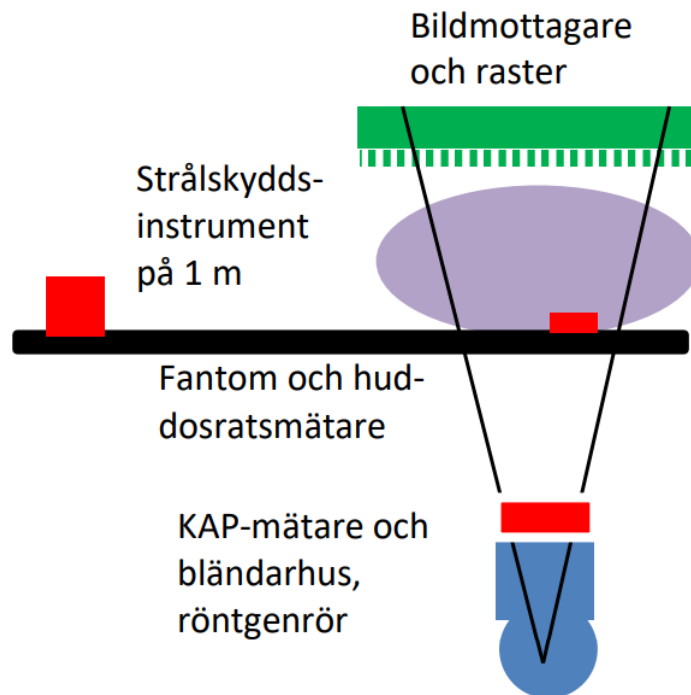
Påpeka att utbildningen inte behandlar bildprocessning eller optimering av dessa. Det kan såklart uppkomma behov/frågor på detta under övningen. Då får man starta upp ett separat projekt kring det. Moderna system har bildprocessning anpassade för den kliniska tillämpningen (rörliga objekt, kontrastinjektion etc.), vilket gör att fantom sällan är tillräckliga för optimering av bildkvalité.

## Repetition av grundläggande kunskaper

- 1) Repetition av grundläggande manövrering av C-bågen och dos/bildkvalitetsfunktioner
  - a. Val av protokoll
  - b. Dosnivå
  - c. Pulsning av strålningen
  - d. Zoomning, field of view (FOV)
  - e. Inbländning av strålfält
  - f. Geometri och projektioner
  - g. Bordshöjd
  - h. Fokus-bild-avstånd
  - i. ABS/AEC (Automatic Brightness System/Automatic Exposure Control)
  
- 2) Repetition av grundläggande strålsäkerhet med hjälp av strålskyddsinstrument
  - a. Bakgrundsstrålning och strålkänsliga organ i människan
  - b. Primär- och sekundärstrålfält
  - c. Effekt av avstånd till patient
  - d. Över- och underrör samt lateral projektion
  - e. Personliga och rumsbundna strålskydd.

## Optimeringsinriktning

Genomlys fantomet och studera effekten på bildkvaliteten (så gott det går) och mät huddosrat och KAP-rat till fantom respektive dosrat till personal pga. spridd strålning på t.ex. 1 m avstånd.



*Illustration av placering av tre dosratinstrument (röda) vid övningen.*

- 1) Olika dosratsnivåer vid genomlysning (låg, mellan och hög) och cine (seriebildtagning)
  - a. Jämför t.ex. hur mycket högre/lägre dosraten är mellan dosratsnivåerna resp. cine vid samma pulsfrekvens och FOV.
- 2) Field of view, FOV ("zoomning")
  - a. Mät huddosrat och KAP-rat vid stort och litet bildformat FOV. Hur ändras KAP-rat och/eller huddosrat?
  - b. Mät samtidigt med strålskyddsinstrumentet och studera personaldosraten.
- 3) Pulsfrekvens
  - a. Variera pulsfrekvensen från t.ex. 15 pps till 7.5 pps och studera om dosraterna (huddosrat, KAP-rat och personaldosraten) ändras.
  - b. Påverkas dos/puls av val av protokoll, pulsfrekvens eller FOV?
  - c. Dämpa belysningen i rummet och placera en fluorescerande skärm på bländarhuset för att direkt åskådliggöra pulsningen.
  - d. För ett metallföremål (guidewire/stent) över bilden och notera eftersläpningen (hackigheten) i bilden vid låga pulsfrekvenser. Diskutera val av pulsfrekvens.

- 4) Inbländning av strålfältet
  - a. Använd ett stort FOV och blända in till ca halva arean. Notera vad som händer med dosraten och KAP-raten.
  - b. Notera också att personaldosraten påverkas.
  - c. Notera om luftkerma i referenspunkt förändras. Kommer att bero på fantom och ABS/AEC-teknik.
  
- 5) Geometri
  - a. Variera bordshöjden (men behåll fokus-bildmottagaravståndet) och konstatera att huddosraten ökar om bordet sänks. Notera om KAP-raten också ökar.
  - b. Variera avståndet mellan fokus och bildmottagaren (med konstant avstånd mellan fokus och bord) och observera hur huddosrat och KAP-rat varierar med avståndet mellan bildmottagare och patienten.
  - c. Studera hur de olika stråldoserna påverkas när utrustningen ställs in för en lång respektive kort operatör.
  
- 6) Patienttjocklek
  - a. Öka patienttjockleken med t.ex. 5 cm plastskiva och notera hur huddosraten och KAP-raten förändras.
  - b. Gör en betydligt större tjockleksökning (t.ex. 10 cm) och observera om bildkvaliteten blir lidande (t.ex. höjd kV leder till försämrad lågkonstrastupplösning) samt att dosraten till personalen är betydligt högre.
  
- 7) Speciella hänsyn för barn
  - a. Om möjligt, ta bort rastret och notera hur huddosrat och KAP-raten minskar och att bildkvaliteten påverkas.
  - b. Välj ett barnprotokoll och notera hur bild- och dosrat påverkas av protokollval.
  
- 8) Område i bild där AEC/ABS reglerar
  - a. Ändra val av område där dosen regleras (t.ex. bakom ryggrad eller i lungorna).
  
- 9) Kilfilter, centrering
  - a. Justera kilfilter respektive centreringen och notera dos- och bildkvalitetsförändringarna.
  
- 10) Maskinspecifika avancerade funktioner (t.ex. subtraktion, tomografering (3D), stentförstärkning). Mätuppställning anpassas efter funktionen så att strålningsmiljön illustreras på ett bra sätt.
  - a. Visa hur subtraktionsbilden tas fram med hjälp av två serier där du har ett objekt i bilden vid den ena serien. Studera dosnivån jämfört med andra cine-serier eller fluoro, förklara att dosnivån behöver vara hög vid subtraktion.
  - b. Visa med utrustningens egen KAP-mätare hur mycket det "kostar" i dos att göra en tomografering.
  - c. Visa vad dosnivån är när man använder stent-förstärkning jämfört med vanlig genomlysning.

## Förslag på utrustning:

Instrument som mäter KAP-raten (monterad på bländarhuset)

Instrument som mäter miljödosekvivalentraten (t.ex. ett handhållet strålskyddsinstrument)

Instrument som mäter huddosraten vid fantomet (placerat under patientfantomet på bristen)

Direktvisande persondosmätare (för att indikera dosraten i olika positioner i rummet)

Något (gärna av metall, t.ex. guidewire/stent) man kan föra runt i bilden för att visa effekten av pulsfrekvensen

Kroppsfantom och extra plexiglasskivor för att göra kroppen större

Fluorescerande skärm/linjal som kan indikera strålfältets storlek vid bländarhuset och effekten av pulsad genomlysning

Måttband för att illustrera "inversa kvadratlagen"