

Univerzitetni klinični center
Inštitut za diagnostično in intervencijsko
radiologijo Ljubljana

DIGITALNA RADIOLOGIJA

DEFINICIJA - CILJ

Naziv DIGITALNA RADIOLOGIJA (DR) označuje obdelavo slikovnih diagnostičnih informacij s statistično-matematičnimi metodami, ki omogočajo pridobivanje slike v digitalni - številčni obliki. Z drugimi besedami: sivine so predelane v številčno obliko.

Skrajni cilj DR je oblikovanje popolno avtomatiziranega digitalnega radiološkega oddelka, ki bo omogočil pridobivanje (image aquisition), prikaz (image display), obdelavo (image processing) in shranjevanje (image storage) ter prenos (image transfer) vseh slikovnih diagnostičnih informacij z učinkovito elektronsko mrežo ter brez uporabe konvencionalnih rentgenskih filmov znotraj oddelka, znotraj bolnice ter med različnimi oddaljenimi medicinskimi centri. Izoblikoval se je splošno sprejet termin PACS, kar v angleščini pomeni PICTURE ARCHIVING and COMMUNICATIONS SYSTEM. Dosledno izpeljan sistem pomeni radiološki oddelek brez rentgenskih filmov. PACS je možen znotraj radiološkega oddelka (Departmental PACS), znotraj bolnice (Hospital PACS) ter med oddaljenimi medicinskimi institucijami - TELERADIOLOGIJA.

V sodobnih radioloških oddelkih je približno 20-30% slik narejenih z digitalnimi tehnologijami, kot so CT, UZ, DSA, MR in nuklearna medicina. Integrirane elektronske mreže že danes omogočajo učinkovito shranjevanje in prenos slikovnih informacij naštetih tehnologij, ki zahtevajo sorazmerno niz-

ko prostorsko resolucijo. Omenjene slike so danes večinoma prikazane z uporabo matriksa 256 x 256 ali 512 x 512, ki zadošča za kvalitetno diagnostično delo.

Preostala večina radioloških preiskav (70-80%) se nanaša na patologijo toraksa, osteoartikularnega sistema in abdomna. Pri teh preiskavah obstoječe tehnologije ne omogočajo v celoti prehoda na DR in so še vedno v fazi intenzivnega razvoja. Pri digitaliziranih slikah je število podatkov odvisno od velikosti digitalnega matriksa, oziroma od števila slikovnih elementov - pixlov - ter od števila bitov po posameznem pixlu.

Večji matriks ima več pixlov ter več bitov, zato omogoča prikaz večjega števila informacij, s tem pa boljše prostorsko in kontrastno resolucijo.

Obstoječe tehnološke možnosti slikovnega TV prikaza z matriksom 256 x 256 ali 512 x 512 degradirajo slikovno kvaliteto pod nivo, ki ga danes omogoča kombinacija filmov in ojačevalnih folij. Tudi matriks 1024 x 1024 ne zadošča. Teoretično je ekvivalent obstoječim rentgenskim slikam matriks 4096 x 4096. Zahteve za elektronsko slikanje in prenašanje podatkov pri tem matriksu so tako velike, da jih današnja tehnologija ne omogoča v praktični, splošno uporabni obliki. Obstajajo eksperimentalni dokazi, da bi matriks 2048 x 2048 x 10 bitov po pixlu bil zadovoljiv in omogočal enake diagnostične možnosti kot konvencionalni rentgenski filmi.

Torej tehnološko najbolj zahtevni del prehoda na popolno digitalno radiologijo je digitalizacija slikovnih podatkov na področju pljučne, skeletne in gastrointestinalne patologije.

ZAKAJ TENDENCA PREHODA NA DIGITALNO RADIOLOGIJO?

Konvencionalni rentgenski film vsebuje ogromno število informacij v analogni obliki z dobro kontrastno in prostorsko resolucijo. Vendar, če je kvaliteta rentgenograma slaba, je

nujna ponovitev slikanja ter ponovno škodljivo obsevanje bolnika. Prenos informacij, ki jih tak film vsebuje znotraj bolnice ali med njimi, je možen le s fizičnim prenašanjem filma. Izgubljen film pomeni dokončno izgubo diagnostičnih informacij. Konzultacije na večje oddaljenosti so možne le po pošti. Po zakonu obvezno večletno shranjevanje filmov zahteva veliko prostora. Rentgenski filmi ter tehnologija vezana nanje, je izredno draga.

Osnova digitalnega radiološkega oddelka je konverzija analognih informacij v digitalne. V odvisnosti od uporabljene radiološke tehnologije digitalizacija omogoča prikaz velikega števila informacij s sorazmerno dobro prostorsko ter nekoliko slabšo kontrastno resolucijo. Ponovitev slikanja praktično ni potrebna, obsevanje bolnika je zato manjše. Omogočena je naknadna obdelava shranjenih informacij na različne načine, s poudarjanjem podatkov, ki izboljšujejo diagnostične možnosti. Pošiljanje podatkov je tudi na večje razdalje enostavno in hitro, za shranjevanje pa potrebujemo veliko manj prostora.

SHEMA BODOČEGA POPOLNO DIGITALIZIRANEGA (ELEKTRONSKEGA, AVTOMATIZIRANEGA) RADIOLOŠKEGA ODDDELKA

Digitaliziran radiološki oddelek bo omogočal tehniku takojšen dostop do slike. Le-ta jo bo pregledal na terminalu preiskovalnega prostora. Dostop do slike na ekranu bo mogoč iz podatkov, ki bodo začasno shranjeni v magnetnem digitalnem disku velike kapacitete. Takojšnji dostop do slike bo bistveno povečal propustnost radioloških oddelkov, ter skupaj z dejstvom, da ponovitev slikanja ne bo potrebna, omogočil večjo finančno učinkovitost oddelkov. Shranjena slika na magnetnem digitalnem disku se lahko dokončno shrani v digi-

talni banki podatkov. Iz nje slikovne informacije prihajajo v sobo za odčitavanje, v kateri radiolog na ekranu visoke ločljivosti analizira narejene digitalne slike ter slikovne podatke obdeluje na različne načine (processing). Naknadna analiza omogoča radiologu, da naredi niz različnih "image-processed" slik, brez izpostavljanja bolnika dodatnemu sevanju. Vsi slikovni digitalni podatki so trajno shranjeni na laserskem optičnem digitalnem disk rekorderju, brez možnosti naknadne degradacije slik. V kontrolni sobi radiolog pred preiskavo na kontrastno visoko ločljivem ekranu lahko takoj dobi vse klinično relevantne podatke o bolniku. Na njihovi podlagi načrtuje najbolj primerno taktiko preiskave za reševanje zastavljenega kliničnega problema in ne obvezno tisto, ki jo zahteva napotni zdravnik. Po končani preiskavi in analizi le-te je možen takojšen prenos digitalnih slik in izvida v druge klinike, s prikazom na ekranu nekoliko nižje ločljivosti.

DIAGNOSTIČNA INFORMACIJA

Cilj DR je poenotenje vseh slikovnih informacij - pridobljenih na različne načine (z X-žarki, z VZ valovanji, z elektromagnetnimi valovanji visoke frekvence pri MR ...). Le-to je možno s prikazom informacij v številčni obliki, oziroma v digitalnem (linearnem) sistemu, v katerem se posamezne številčne vrednosti izmenjujejo v nekem pravilnem zaporedju. Izražanje informacij v digitalni obliki omogoča naknadno izvajanje niza računskih operacij. Za razliko od analognih informacij so digitalne popolnoma reproducibilne, torej niso podložne naknadni degradaciji slikane kvalitete.

Digitalna informacija je približek analogne. Osnova digitalne radiologije je torej konverzija (pretvorba) analognih v digitalne informacije, ki se opravlja v analogno-digitalnem konvertorju (ADC). Enkrat digitalizirana informacija se zopet lahko prikaže v analogni obliki, najpogosteje v obliki TV signala. Po rekonverziji v digitalno analognem konvertorju (DAC). Kontinuirani analogni signal se v ADC razdeli v

pravilne časovne intervale (sampling - vzorčenje); vsakemu intervalu se določi numerična vrednost (amplituda), ki se prevede v binarni sistem (kodiranje).

Numerične vrednosti so vezane na posamezne slikovne površinske elemente matriksa, ki se imenujejo pixli. Število pixlov v matriksu je različno: 256^2 , 512^2 , 1024^2 , 2048^2 , 4096^2 . Odvisno od tehnoloških možnosti je tudi število bitov po pixlu različno (8, 10 ali 12). Večje število pixlov v matriksu pomeni boljšo prostorsko ločljivost, večje število bitov po pixlu pa večjo kontrastno. Ko so slikovne informacije enkrat digitalizirane, jih je mogoče naknadno obdelovati na različne načine ter pridobivati dodatne informacije, ki so zaradi fizioloških omejitev človeškega vida nedosegljive.

Pri realizaciji popolno avtomatiziranega, elektronskega digitaliziranega radiološkega oddelka obstaja niz tehnološko zahtevnih stopenj, ki še niso v celoti rešene. To so za področje prsnih in trebušnih organov ter osteoartikularnega sistema.

1. PRODUKCIJA DIGITALNIH SLIK - IMAGE ACQUISITION; ključnega pomena uvajanje CR (kompjuterizirane radiografije).

Sistem nadomešča uporabo filma s fosforno folijo, ki jo lahko po potrebi ponovno uporabljamo. X-žarki so po prehodu skozi bolnika absorbirani od fosforja na ta način, da ekscitirajo elektrone. Tako v fosforni foliji nastane latentni energijski relief. Folija se izpostavi skeniranju z laserskim žarcom, ki sprosti latentno energijo fosforja v obliki luminescence, ki jo detektira fotomultiplikator. Signal se nato digitalizira. Uporaba filmov ni nujna, podatki so lahko prikazani le kot "soft copy" na TV ekranu diagnostičnega prostora ali oddaljeni konzoli v bolniški obliki PACS-a.

2. PRIKAZ SLIKOVNIH DIGITALNIH INFORMACIJ - IMAGE DISPLAY;

Slike, prikazane na filmu, se v žargonu označujejo kot "hard copy", za razliko od prikaza slike na TV ekranu, ki jih označujemo kot "soft copy". Dosledno izpeljana DR pomeni radiološki oddelek brez filmov ter samo z uporabo TV displeja ("soft copy") tako v radiološkem kot tudi na drugih oddelkih bolnice. Tako bi v popolno digitaliziranem oddelku prišla v poštev uporaba filmov le v izjemnih okoliščinah, npr. če bo bolnik premeščen v bolnico, ki ni digitalizirana.

Za prikaz diagnostično uporabnih informacij je nujna uporaba TV monitorja z visoko prostorsko resolucijo.

3. NAKNADNA OBDELAVA SLIKOVNIH DIGITALNIH INFORMACIJ - IMAGE

PROCESSING; Radiolog po opravljeni preiskavi uporablja različne tehnike naknadne obdelave, s ciljem izboljšanja diagnoze. Processing vključuje: poudarjanje kontrasta, poudarjanje robov različnih struktur, obrat "črnega ali belega", subtrakcijo, naknadno izboljšanje kvalitete slike, različne kvantitativne analize...

4. SHRANJEVANJE PODATKOV - IMAGE STORAGE;

shranjevanje podatkov je lahko začasno ali trajno. Gre za ogromno število informacij, ki morajo biti po potrebi takoj dostopne. Lahko se shranijo na: magnetic hard disk, optični disk, optični trak, optični floppy disk, magnetno - optični disk. Izredno pomembna tehnološka novost pa je postopek kompresije podatkov (v razmerju od 1:3 do 1:20).

5. PRENOS DIGITALNIH SLIKOVNIH PODATKOV - IMAGE TRANSFER;

Pri prenosu digitalnih slikovnih podatkov poznamo več različnih možnosti: na splošno so ogromni sistemi elektronskih mrež, zapleteni in občutljivi, zahtevajo pa nenehno skrb za vzdrževanje. Obstaja več možnosti prenosa kot so koaksialni

kabli, fiberoptični kabli, navadna telefonska mreža, kabelska TV.

KAKŠNO BO MESTO TEHNIKA V DR?

Nekatere posledice digitalizacije za profil radiološkega tehnika so že danes jasne. Produktivnost tehnika bo večja. Odpade celotni zamudni tehnološki postopek okrog filmov, s čimer se poveča pretočnost oddelka, tehnik se lahko bolj posveti bolniku. Ni ponovitve ekspozicije oziroma subjektivne napake tehnika. Nedvomno pa je, da se že danes edukacija tehnikov ter radiologov mora bistveno spreminjati. Seznanjenost z uporabo računalništva je že danes v dobro opremljenih oddelkih nujna. Privid, ki ga ustvarja odsotnost napake pri ekspoziciji, da bo lahko vsak opravljal slikanje, je napačen. Nove tehnologije bodo zahtevale bolj izobraženega tehnika in radiologa.

Uvedba DR ima poleg drugih prednosti še dve bistveni: da se pri uporabi ZMANJŠANA ŽARČNA OBREMENITEV PREBIVALSTVA, hkrati pa BOLJ KVALITETNO DIAGNOZO. PRIČAKUJE SE TUDI BOLJŠI FINANČNI UČINEK KOT PRI KLASIČNEM RENTGENSKEM ODDELKU.

Pripravila Nadja Škapin, višji radiološki tehnik. Po predavanju doc. dr. Vladimira Jevtića, specialist radiolog.