

**VETERINARSKA
NUKLEARNA
MEDICINA**

2016.

POPIS KRATICA

VNM = veterinarska nuklearna medicina

^{99m}Tc = metastabilni tehnecij

NaI-Tl = natrijev jodid

SPECT = jednofotonska emisijska kompjuterizirana tomografija

PET – pozitronska emisijska tomografija

Bq = bekerel

C/kg = kulon po kilogramu

eV = elektron volt

Gy = grej

Sv = sivert

RF = radiofarmak

T_{ef} = efektivno vrijeme polueliminacije

$\text{Na}^{99m}\text{TcO}_4$ = natrij ^{99m}Tc -pertehnetat

^{99m}Tc -MDP, HDP = ^{99m}Tc - difosfonati
MDP metilen difosfonat
HDP hidroksimetilen difosfonat

^{99m}Tc -HIDA, IDA = ^{99m}Tc – 2,6-dimetilfenilkarbamoilmetil iminodioctena kiselina

^{99m}Tc -MAA = ^{99m}Tc - albumin makroagregat

^{99m}Tc - DTPA = ^{99m}Tc dietilentriamin

^{99m}Tc -HMPAO = ^{99m}Tc heksametilpropilenaminoksim

^{99m}Tc -ECD = ^{99m}Tc etilcisteinat dimer

MIBI = ^{99m}Tc –izonitrili (2-metoksi-2-izobutil)

POJMOVNIK

SCINTILACIJA: mali svjetlosni bljesak koji nastaje kao posljedica udara gama zrake (zračenja) u detektorski kristal

DETEKTORSKI KRISTAL NaI(Tl): ima svojstvo scintilacije. Služi za bilježenje zračenja.

RADIOKEMIJSKA ČISTOĆA – odgovara udjelu ukupne aktivnosti osnovnog radionuklida u poželjnom kemijskom obliku. Nečistoće nastaju sporednim reakcijama tijekom obilježavanja

RADIONUKLIDSKA ČISTOĆA - odgovara udjelu radioaktivnosti koja pripada osnovnom radionuklidu. (za ^{99m}Tc - karakteristična radionuklidska nečistoća je ^{99}Mo)

METASTABILAN - znači da je radionuklid u metastabilnom stanju. To je uzbuđeno stanje jezgre s dovoljno dugim vremenom poluraspada da se može zapaziti. Naprimjer, jezgre ^{137m}Ba i ^{137}Ba imaju isti broj protona i neutrona, ali različitu energetska razinu; jezgra ^{137m}Ba na većoj je energetska razini i odašiljanjem viška energije u obliku gama-zračenja prelazi na nižu energetska razinu postavši stabilna (^{137}Ba).

ELEKTRONVOLT (eV) - energija od 1 eV definira se kao energija koju dobije elektron ubrzan u vakuumu pod djelovanjem napona od 1 volta. γ -zrake radionuklida koji se koriste u NM imaju energiju reda veličine kiloelektronvolta ($1 \text{ keV} = 10^3 \text{ eV}$).

APSORBIRANA DOZA - omjer predane energije i mase određenog volumena tvari

Gy - energija od 1 džula bilo kojeg ionizacijskog zračenja koju ionizacijsko zračenje preda jednom kologramu bilo koje homogene tvari.

EKSPOZICIJA - omjer zbroja električnih naboja svih iona jednakog predznaka stvorenih ionizacijom zraka i mase ozračivanog volumena zraka (jedinica C/kg)

EKVIVALENTNA DOZA - umnožak apsorbirane doze i faktora kvalitete (jedinica Sv)

RADIOAKTIVNOST je spontano pretvaranje jednih kemijskih elemenata u druge popraćeno odašiljanjem ionizacijskih zračenja.

ATOM je najmanja jedinica nekog elementa koja može postojati i koja pokazuje kemijska i fizička svojstva elementa.

RADIOAKTIVNI IZOTOPI ILI RADIONUKLIDI - jezgre izotopa koje imaju omjer broja protona i neutrona veći ili manji od optimalnog omjera potrebnog za stabilnost jezgre.

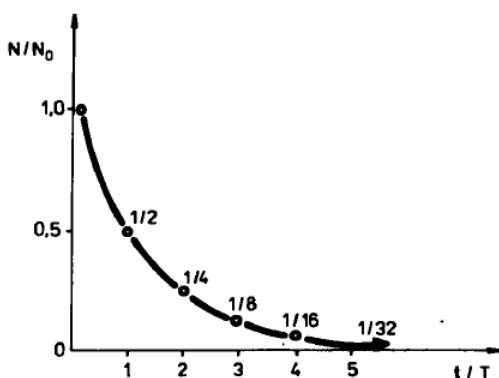
RADIOAKTIVNI RASPAD - raspadanje jezgre radionuklida brzinom karakterističnom za svaki radionuklid, pri čemu spontano odašilje ionizacijska zračenja. (α , β^- , β^+ , γ , elektronski zahvat)

AKTIVNOST RADIONUKLIDA (radioaktivnost) izražava se jedinicom **bekerel (Bq)** i označuje aktivnost od jednog raspada u sekundi.

BETA RASPAD - popraćen je odašiljanjem (emisijom) β^- čestica, odnosno elektrona ili β^+ čestica, odnosno **pozitrona** iz radionuklida pri čemu se novonastalom nuklidu ne mijenja masa (A), ali mu se mijenja redni broj (Z). Radionuklidi s viškom neutrona u jezgri mogu postati stabilni prijelazom neutrona u proton otpustivši pritom β^- -česticu i antineutrino. S druge strane radionuklidi zbog nedovoljnog broja neutrona odnosno viška protona, stabilnost postižu emisijom β^+ - čestice i neutrino

γ -raspad - Jezgre koje svoju stabilnost postižu α -raspadom i β -raspadom emitiraju često i γ -zrake. Pri γ -raspadu ne mijenja se ni masa niti redni broj nuklida nego samo energijsko stanje. Naime, jezgra ima svoja energijska stanja (energijske razine) a stabilno je ono s najnižom energijom. Prema tome novonastala jezgra nakon navedenih raspada ne mora se naći u stanju najniže energije a višak energije koji se pojavi u jezgri emitira se kao γ - zračenje.

FIZIKALNO VRIJEME POLURASPADA - je vrijeme koje je potrebno da se raspadne polovica od početnog broja radioaktivnih jezgara određenog radionuklida.



Pod **OZRAČIVANJEM** podrazumijevamo izloženost živih bica ionizirajućem zračenju. Ono može biti vanjsko i unutrašnje. Vanjsko je ozračivanje kad je izvor ionizirajućeg zračenja izvan organizma (npr. radioaktivne padaline, kontaminirano tlo), odnosno vanjsko ozračivanje jest izloženost organizma izvoru ionizirajućeg zračenja bez izravnog dodira s izvorom, npr. rendgen. Unutrašnje je ozračivanje kada se radioaktivni izvor nalazi u organizmu te za razliku od vanjskog ozračivanja izvor zraci često nehomogeno, dulje vrijeme i prostorno na sve strane.

Pod **KONTAMINACIJOM** radionuklidima podrazumijevamo prisutnost radionuklida na živim bicima ili u njima. Ona, prema tome, također može biti vanjska i unutrašnja; pri vanjskoj kontaminaciji radionuklidi se nalaze na koži, a pri unutrašnjoj u organizmu kamo mogu dospjeti disanjem, probavom ili, rjeđe, kroz kožu, osobito ako je ozlijeđena.

Podjela radionuklida prema njihovoj radiotoksicnosti:

- I. skupina – vrlo velika radiotoksicnost: ^{90}Sr , ^{210}Po , ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{227}Ac , ^{230}Th , ^{232}Th , ^{239}Pu
- II. skupina – velika radiotoksicnost: ^{140}Ba , ^{60}Co , ^{137}Cs , ^{124}I , ^{125}I , ^{129}I , ^{131}I , ^{133}I
- III. skupina – srednja radiotoksicnost: ^{32}P , ^{24}Na , ^{35}S , ^7Be , ^{31}Si , ^{42}K ,
- IV. skupina – mala radiotoksicnost: ^3H , ^{14}C , ^{85}Kr , $^{99\text{m}}\text{Tc}$

STOHAŠTIČKI UČINCI mogu se pojaviti neovisno o primljenoj dozi ionizirajućeg zračenja i za njihovu pojavu ne postoji prag-doza. Stoga pojavu stohastičkih učinaka izražavamo kao vjerojatnost, s tim da se povećanjem doze povećava vjerojatnost pojave učinaka, dok se smanjenjem doze ta vjerojatnost smanjuje, ali se nikada ne svodi na nulu. Ovoj skupini učinaka pripadaju svi nasljedni učinci, a od somatskih učinaka leukemija i karcinom.

DETERMINISTIČKI UČINCI jesu učinci koji se u ozračenih jedinki pojavljuju pri određenoj dozi zračenja (to je tzv. prag-doza), a pojava i težina štetnih učinaka ionizirajućeg zračenja raste linearno s porastom doze. To znači, veća doza veći učinak i obrnuto. U ovu skupinu učinaka pripadaju svi somatski učinci, tj. smrt stanice, katarakta, eritem, sterilnost, smanjenje broja limfocita u krvnom optoku.

RADIOPROTEKTORI - spojevi koji smanjuju biološki učinak ionizirajućeg zračenja, tj. štite od ionizirajućeg zračenja nazivaju se radioprotektori. Tako postoje kemijski spojevi koji smanjuju učinak za faktor 1,5–2. To su spojevi koji sadržavaju sulfhidrilnu skupinu (SH): cistein, cistamin, cisteamin, erkaptoetilgvanidin (MEG), S-(2-amino etil) izotioronij bromid hidrobromid (AET) i glutation (GSH). Da bi ti spojevi mogli djelovati zaštitno, moraju postojati u organizmu u vrijeme ozračivanja i moraju biti blizu kritičnog mjesta radijacijskog oštećenja. Unošenje tih spojeva u organizam poslije ozračivanja nema učinka.

INSTRUMENTI ZA DETEKCIJU ZRAČENJA – detektori, dozimetri

1. ŠTO JE NUKLEARNA MEDICINA (NM)?

NM JE VISOKO SPECIJALIZIRANA KLINIČKO-DIJAGNOSTIČKA METODA KOJA ZA LIJEČENJE I DIJAGNOSTIKU KORISTI:

- A) OTVORENE IZVORE RADIOAKTIVNOSTI (RADIOFARMAKE)
- B) SPECIJALISTIČKU BROJAČKU OPREMU (INSTRUMENTACIJU)

2. ŠTO RAZLIKUJE NUKLEARNU MEDICINU OD DRUGIH SLIKOVNIH DIJAGNOSTIČKIH METODA?

ISTODOBNO ISPITIVANJA (PRIKAZIVNJE) MORFOLOGIJE I FUNKCIJE

3. POVIJESNI PREGLED NUKLEARNE MEDICINE

- 1923. - **GEORG VON HEVESY** PRVI UPOTREBIO RADIOIZOTOPE KAO INDIKATOR ZA BIOLOŠKO ISTRAŽIVANJE
- 1927. - S. WEISS i H. L. BLIMGART ISTRAŽUJU KRVOTOKA S RADIJEM
- 1931. - E. LOWRANCE OTKRIĆE CIKLOTRONA
- 1934. - I. CURIE i F. JOLIOT (PRVI UMJETNI RADIONUKLID ^{30}P)
- 1934. - ENRICO FERMI (^{128}I)
- 1938. - SEGRE I SEABORG -TEHNECIJ- $^{99\text{m}}\text{Tc}$)
- 1942. - ENRICO FERMI (PRVI NUKLEARNI REAKTOR)
- 1947. - KALLMON [UPOTRIJEBIO KRISTAL ZA DETEKCIJU GAMA-ZRAKA (NaI-Tl)]
- 1951. BENEDICT CASSEN (NAČINIO PRVI SLIKOVNI PRIKAZ)
- 1958. - **HAL ANGER** (KONSTRUIRAO GAMA-KAMERU)
- 60-TE 20 st. (RADIONUKLIDSKI GENERATOR ZA $^{99\text{m}}\text{Tc}$)
- 60-TIH I 70-TIH 20. st. (UPOTREBA RADIOFARMAKA I KOMPJUTERIZACIJA NUKLEARNO-MEDICINSKE OPREME)
- DANAS -[PRATIMO TOMOGRAFSKU RAZDIOBU RADIONUKLIDA U ORGANIZMU (SPECT I PET)]

4. VETERINARSKO NUKLEARNO MEDICINSKI (VNM) POSTUPCI MOGU SE PODIJELITI U DVIJE KATEGORIJE :

- A) RADIOIZOTOPNA DIJAGNOSTIKA (SCINTIGRAFIJA)
- B) RADIOIZOTOPNA TERAPIJA

5. VNM IMA ČETIRI ZNAČAJNIJA PODRUČJA PRIMJENE:

- A. SCINTIGRAFIJA KOSTIJU (PRVENSTVENO U KONJA)
- B. VETERINARSKA ENDOKRINOLOGIJA (PSI I MAČKE)
- C. PORTOSISTEMSKI SPOJ (SHUNT)
- D. VETERINARSKA ONKOLOGIJA

6. FIZIKALNE OSNOVE U NUKLEARNOJ MEDICINI (ponoviti iz radiobiologije)

- ATOM, IZOTOP, RADIONUKLID, RADIOAKTIVNOST, $T_{1/2}$
- VRSTE RADIOAKTIVNIH RASPADA
- FIZIKALNE VELIČINE I MJERNE JEDINICE (Bq, C/kg, eV, Gy, Sv)

7. ŠTO SU RADIOFARMACI (RF)?

RF SU FARMACEUTSKI PRIPRAVCI RADIONUKLIDA KOJI SE DAJU PACIJENTIMA U DIJAGNOSTIČKE I TERAPIJSKE SVRHE.

(Radiofarmaci su kemijske tvari koji sadrže radionuklide u svojoj strukturi te su u takvom obliku prikladne za in vivo primjenu bilo za terapijsku ili dijagnostičke svrhe. RF su različitog fizikalnokemijskog svojstava i sposobni su vezati se za određena mjesta u organizmu. Jednom kad dospije na određeno mjesto radionuklid odašilje ionizirajuće zračenje iz tijela osiguravajući detekciju i mjerenje).

8. KOJA SU OSNOVNA SVOJSTVA RF?

DA JE:

- TOČNO DEFINIRAN SASTAV
- RADIOKEMIJSKI I RADIONUKLIDSKI ČIST
- BEZ FARMAKOLOŠKOG UČINKA
- STERILAN I APIROGEN
- SELEKTIVAN
- PROIZVODNJA JEFTINA, BRZA I JEDNOSTAVNA
- ENERGIJA GAMA ZRAKE OD 100-200 keV TE DA SADRŽI RADIONUKLID KRATKOG EFEKTIVNOG VREMENA POLUELIMINACIJE (T_{ef})

9. O ČEMU OVISI DOZA ZRAČENJA NAKON APLIKACIJE RF?

DOZA OVISI O SVOJSTVU RADIONUKLIDA

- VRIJEME POLURASPADA
- ENERGIJA ZRAČENJA
- FIZIKALNO-KEMIJSKOM I BIOLOŠKOM SVOJSTVU
- RADIOAKTIVNOSTI PRIMJENJENOG PRIPRAVKA

10. S OBZIROM NA VRSTU IONIZIRAJUĆEG ZRAČENJA KOJI SE RADIONUKLIDI KORISTE U TERAPIJI ?

U TERAPIJI SE, OSIM GAMA ZRAKA, KORISTE RADIONUKLIDI KOJI EMITIRAJU α ILI β ČESTICE

11. NAVEDITE BITNE ZNAČAJKE TEHNECIJA-m99 (^{99m}Tc)

- NALAZI SE U 80% RADIOFARMAKA
- $T_{1/2} = 6$ SATI
- ENERGIJA GAMA ZRAČENJA $E = 140$ keV
- TVORI KOMPLEKSNE SPOJEVE
- DOBIVA SE NA MJESTU UPOTREBE (RADIONUKLIDSKIM GENERATOROM -"KRAVA")
- DOLAZI U OBLIKU NATRIJEVA PERTEHNETATA
- APLICIRA SE IZRAVNO PACIJENTU ILI SLUŽI ZA SINTEZU NIZA RADIOFARMAKA
- SLABO SE VEŽE NA LIPOFILNE SKUPINE

12. ZA KOJE PRETRAGE SE KORISTI ^{99m}Tc -NATRIJ PERTEHNETAT?

SCINTIGRAFIJU

- ŠTITNJAČE
- SLINOVNICE
- SLUZNICE PROBAVNOG TRAKTA

13. DRUGI RADIOFARMACI OBILJEŽENI ^{99m}Tc

^{99m}Tc - SUMPOR KOLOID- KORISTI SE ZA SCINTIGRAFIJU

- JETRE
- SLEZENE
- KOŠTANE SRŽI
- LIMFNOG SUSTAVA
- ZA DETEKCIJU GASTROINTESTINALNOG KRVARENJA

^{99m}Tc - PIROFOSFAT - INFARKT MIOKARDA

^{99m}Tc - DIFOSFONATI (MDP, HDP) - SCINTIGRAFIJA KOSTURA

^{99m}Tc - MAA - PERFUZIJA PLUĆA I DIJELOVA PERIFERNOG KRVOTOKA

^{99m}Tc -ERITROCITI - VENTRIKULOGRAFIJU I GASTROINTESTINALNO
KRVARENJE

^{99m}Tc - PENTETAT - SCINTIGRAFIJA BUBREGA I URINARNOG TRAKTA

^{99m}Tc -(HIDA, IDA) - HEPATOBILIJARNA FUNKCIJA I PROHODNOST ŽUČNIH
PUTOVA

14. RADIOFARMACI OBILJEŽENI JODOM (I)

^{131}I – KORISTI SE U TERAPIJSKE SVRHE

^{131}I (NaI) NATRIJ JODID - LIJEČENJE HIPERTIREOZEI KARCINOMA ŠTITNJAČE

^{123}I - DIJAGNOSTIČKE SVRHE

^{125}I -ALBUMIN - ODREĐIVANJE VOLUMENA KRVI

^{125}I -FIBRINOGEN - OTKRIVANJE DUBOKIH VENSKIH TROMBOZA

15. OSTALI RADIONUKLIDI KOJI SE KORISTE ZA RADIOFARMAKE

- TALIJ-201
- GALIJ-67 I 68
- FOSFOR-32
- KROM-51
- KSENON-127 I 133
- KRIPTON-81m
- KOBALT-57 I KOBALT- 58

16. ŠTO JE SCINTIGRAFIJA?

DIJAGNOSTIČKA SLIKOVNA METODA ZA SNIMANJE DISTRIBUCIJE RADIOFARMAKA U ORGANU ILI TIJELU

17. ŠTO JE SCINTIGRAM ?

DVODIMENZIONALNI PRIKAZ RASPODJELA AKTIVNOSTI U ORGANU I TIJELU

18. KOJIM SE TEHNIKAMA DOBIVA TRODIMENZIONALNI PRIKAZ ?

TOMOGRAFSKIM TEHNIKAMA (SPECT I PET)

19. ŠTO ZNAČI (ECT)?

EMISIJSKA KOMPJUTORIZIRANA TOMOGRAFIJA
(IZVOR ZRAČENJA U TIJELU A GLAVA GAMA- KAMERE ROTIRA OKO TIJELA)

20. KOJI SE RADIONUKLIDI UPOTREBLJAVAJU U JEDNOFOTONSKOJ EMISIJSKOJ TOMOGRAFIJI?

ONI KOJI PRI RASPADU EMITIRAJU PO JEDAN FOTON GAMA-ZRAKE

21. KOJI SE RADIONUKLIDI UPOTREBLJAVAJU U POZITRONSKOJ EMISIJSKOJ TOMOGRAFIJI?

ONI KOJI EMITIRAJU POZITRON.

(anihilacijom svakog pozitrona nastaju dva fotona od 511 keV koji se mogu registrirati)

22. ŠTO SU DETEKTORI?

DETEKTORI SU INSTRUMENTI (UREĐAJI) POMOĆU KOJIH SE REGISTRIRAJU I BROJE NAELEKTRIZIRANE ČETICE I FOTONI.

23. DETEKTORI OBZIROM NA INFORMACIJU KOJU NAM ODAŠILJU DIJELE SE NA:

- BROJAČE (GM-BROJAČ)
- SPEKTROMETRE (NaI)
- DOZIMETRE

24. DETEKTORI S OBZIROM NA EFIKASNI VOLUMEN ODNOSNO METODU DETEKCIJE DIJELE SE NA:

- PLINSKE DETEKTORE – (GEIGER-MÜLLEROV BROJAČI)
- SCINTILACIJSKE BROJAČE
- POLUVODIČKE BROJAČE - NE KORISTE SE U NM

25. SVOJSTVA SCINTILACIJSKOG BROJAČA

- KORISTE KRISTAL NaI(Tl), BIZMUTOV GERMANAT, CEZIJEV FLUORID CINKOV SULFID
- IMAJU SPOSOBNOST DA APSORBIRAJU GAMA I X-ZRAKE I PROIZVEDU
 - SVJETLOSNI BLJESAK “SCINTILACIJA
- SCINTILACIJSKI DETEKTORI UPOTREBLJAVAJU SE U GAMA
 - KAMERAMA, CT-SKENERIMA I PET- SKENERIMA.
- KAMERA DETEKTIRA I BROJI GAMA ZRAKE EMITIRANE IZ PACJENTA I
 - KREIRA SLIKU DISTRIBUCIJE RADIONUKLIDA UNUTAR PACIJENTA.

26. OSNOVNI DIJELOVI GAMA KAMERE:

- KOLIMATOR
- NaI(Tl) KRISTAL
- FOTOMULTIPLIKATOR
- ELEKTRIČNI SKLOPOVI

27. ŠTO JE KOLIMATOR?

- OLOVNE PLOČE S BROJNIM OTVORIMA (KANALIĆIMA)
- OBLIK OTVORA MOŽE BITI: TROKUTAST, OKRUGLI, ČETVEROKUTNI ILI HEKSAGONALNI

28. VRSTE KOLIMATORA

- PARALELNI
- KONVERGENTNI
- DIVERGENTNI
- PINHOLE

PARALELNI

- NAJČEŠĆI OBLIK KOLIMATORA - SASTOJI SE OD VIŠESTUKIH OTVORA JEDNAKOG OBLIKA.
- SVI OTVORI SU PARALELNI JEDAN PREMA DRUGOM
- OTVORI SE RAZLIKUJU U PROMJERU I VISINI

VRSTE

1. MALE ENERGIJE ZA SVE SVRHE
2. MALE ENERGIJE VISOKE REZOLUCIJE (STATIČNE STUDIJE)
3. MALE ENERGIJE VISOKE OSJETLJIVOSTI (DINAMIČNE STUDIJE)

PINHOLE KOLIMATOR

- KONUSNO OBLIKOVAN OLOVNI KOLIMATOR S MALIM OTVOROM NA KRAJU KONUSA.
- SLIKA MOŽE BITI UVEĆANA, SMANJENA ILI JEDNAKA OVISNO UDALJENOSTI KOLIMATORA OD PACIJENTA

29. ZAŠTITA OD ZRAČENJA

ZAŠTITA OD ZRAČENJA JE NEIZOSTAVNA ZA VETERINARE KOJI OBAVLJAJU DJELATNOST S RADIOAKTIVNIM TVARIMA.

NAJČEŠĆI PROBLEM S KOJIM SE VETERINAR SUSREĆE U NM JE:

- RADIOAKTIVNA KONTAMINACIJA (RADIOAKTIVNI PACIJENT I NJIHOVI EKSKRETI)
- OZRAČIVANJE VLASNIKA OD STRANE PACIJENTA

ZAŠTITA U NUKLEARNOJ MEDICINI TEMELJI SE NA:

- ALARA PRINCIPU (AS LOW AS REASONABLY ACHIEVABLE)
- OPĆI PRINCIPIMA ZAŠTITE (VRIJEME, UDALJENOST I BARIJERE)
- OSOBNOJ DOZIMETRIJI

FAKTORI KOJI UTJEČU NA OTPUST PACIJENTA:

- VRSTA RADIONUKLIDA
- VRSTA PRETRAGE I STUDIJE
- VRIJEME PREDVIĐENO ZA HOSPITALIZACIJU
- NAČIN IZLUČIVANJA RADIONUKLIDA
- KRITERIJI ZA OTPUŠTANJE PACIJENTA
- MOGUĆE OZRAČIVANJE VLASNIKA NAKON TRETMANA

NAJČEŠĆE KRITERIJ ZA OTPUST PACIJENTA JE MONITORING BRZINE EKSPONIZACIJE NA ODREĐENOJ UDALJENOSTI I TO:

MANJE OD **2 mR/h** NA **0,3048 m** I MANJE OD **5mR/h** NA **1m**

PACIJENT ĆE DOBITI OTPUSNICU KADA JE ZADOVOLJEN SLJEDEĆI KRITERIJ:

- DA JE UKUPNA INTEGRIRANA DOZA KOJU MOŽE AKUMULIRATI POJEDINAC (VLASNIK) U NEOGRANIČENOM VREMENU NA UDALJENOSTI OD 1m MANJA OD **1 mGy**.

MINIMALNO VRIJEME ZADRŽAVANJA PACIJENTA TEMELJI SE NA $T_{1/2}$

$T_{1/2}$	Min. vrijeme zadržavanja
< 12 h	1 $T_{1/2}$
12-24 h	24 h
> 24 h	48 h

30. VETERINARSKA NUKLEARNA MEDICINA U MALOJ PRAKSI

- SCINTIGRAFIJA SKELETA
- SCINTIGRAFIJA PLUĆA
- SCINTIGRAFIJA JETRE
- SCINTIGRAFIJA PROBAVNOG SUSTAVA
- RADIONUKLIDNA ANGIOKARDIOGRAFIJA
- SCINTIGRAFIJA TUMORA I UPALE

31. SCINTIGRAFIJA KOSTI U MALIH ŽIVOTINJA

OPĆENITO

- NAJČEŠĆA NM DIJAGNOSTIČKA METODA
- RADIOFARMAK - ^{99m}Tc -MDP
- DOZA SE KREĆE OD 185 DO 1119 MBq OVISNO O VELIČINI ŽIVOTINJE (OD 10 DO 20 MBq/kg TJELESNE MASE)
- ^{99m}Tc -MDP SE APLICIRA i/v
- KORISTITI SLJEDEĆE KOLIMATORE: PARALELNI KOLIMATOR I PINHOV KOLIMATOR KORISTITI PRI SNIMANJU MALIH DIJELOVA NPR. KOSTIJU TARZALNIH I KARPALNIH ZGLOBOVA, LAKAT SEZAMOIDNIH KOSTIJU I DR.

- AKVIZICIJA SLIKE RAZLIČITIH DIJELOVA TIJELA TEMELJI SE NA UKUPNOM BROJU IMPULSA A NE NA VREMENU.
- TIJEKOM SNIMANJA ŽIVOTINJA SE NE SMIJE KRETATI
- ZAUZETI ODGOVORAJUĆE POLOŽAJE PRI SNIMANJU DA BI SE IZBJEGLI ARTEFAKTI
- PRI SCINTIGRAFIJE ZDJELICE ISPRAZNITI M. MJEHUR

INDIKACIJE

- PRIMARNE BOLESTI KOSTI ILI METASTAZE
- STANJE MEKOG TKIVA I KOSTIJU NAKON TRAUME
- HROMOST NEPOZNATOG UZROKA
- UTVRDITI UPALE MEKIH TKIVA
- STRES FRAKTURE
- LOKALIZACIJA LEZIJE U ZGLOBOVIMA (OSTEOARTRITISI, OSTEOHONDROZA)

ODVIJA SE U TRI FAZE:

I. KRVOŽILNA FAZA

- 8-10 [s] (MAX. DO 1 min) – PRATI SE RASPODJELA RADIOFARMAKA U VEĆIM KRVNIM ŽILAMA (osjetljiv test za prohodnost krvnih žila i akutnih upalnih procesa)
- INICIJALNA KRVOŽILNA FAZA - (30 SLIKA, 2s/SLICI) - PROCJENA PROKRVLJENOSTI

II. FAZA MEKIH TKIVA

- 3-4 [min] (MAX. DO 20 min) - PRATI SE RASPODJELA RADIOFARMAKA U MEKIM TKIVIMA KOJI OKRUŽUJU KOŠTANI SUSTAV (MIOSITIS, SINOVITIS, OŠTEĆENJE LIGAMENATA)
- PREPORUČA SE OD 300 000 DO 500 000 IMPULSA PO ANATOMSKOJ REGIJI INTERESA TE USPOREDBA S KOLATERALNOM STRANOM

III. KOŠTANA FAZA

- NAKON 3-4 [h] SATA - PRATI SE RASPODJELA RADIOFARMAKA U KOSTURU (AKUTNE ILI KRONIČNE BOLESTI KOJI UKLJUČUJU POVEĆANI METABOLIZAM, PRIJELOMI, OSTEOARTRITISI, OSTEOMIJELITIS, UPALA PERIOSTA, METASTAZE, PRIMARNI TUMORI)

32. SCINTIGRAFIJA PLUĆA

OPĆENITO

- JE DIJAGNOSTIČKI POSTUPAK KOJIM SE SLIKOVNO PRIKAZUJE PERFUNDIRANOST I VENTILIRANOST POJEDINIH DIJELOVA PLUĆA.
- VENTILACIJSKA – PROHODNOST DIŠNIH KANALA
- PERFUZIJSKA – PROHODNOST KRVNIH ŽILA U PLUĆIMA
- RADIOFARMACI
 - VENTILACIJSKA SCINTIGRAFIJA

- RADIOAKTIVNI PLINOVI - ^{133}Xe , ^{127}Xe , $^{81\text{m}}\text{Kr}$
- AEROSOLI - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ DTPA
- PERFUZIJSKA SCINTIGRAFIJA
 - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAA - ZAUSTAVLJA SE U PODRUČJU KAPILARA
- DOZA OD 20 DO 150MBq/PAS, MAČKA
- VENTILACIJSKA SCINTIGRAFIJA - PROVODI SE ODMAH NAKON DAVANJA PLINOVA ILI AEROSOLA KAO STATIČKA ILI DINAMIČKE STUDIJE (VENTRALNIH, DORZALNIH I LATERALNIH POLOŽAJA)
 - IMA MANJU PRIMJENU U VETERINI
- PERFUZIJSKA SCINTIGRAFIJA
 - 2-5 min. NAKON APLIKACIJE RADIOFARMAKA RADE SE STATIČKE STUDIJE VENTRALNOG, DORZALNOG I LATRANNOG (L I D) POLOŽAJA
 - VIŠE SE UPOTREBLJAVA U VETERINI
 - PODACI O PROTOKU KRVI U PLUĆIMA

INDIKACIJA

- TROMBOEMBOLIJA
- KRONIČNA OPSTUKCIJA
- RAZLIČITE BOLESTI UZROKOVANE PARAZITIMA

33. SCINTIGRAFIJA JETRE

INDIKACIJA

- PRIMARNI TUMORI I METASTAZE
- INTRAHEPATARNE, EKSTRAHEPATARNE I PORTALNE ANASTOMOZE

VRSTE SCINTIGRAFIJE JETRE

1. RETIKULOENDOTELNA FUNKCIJA
2. HEPATOBILIJARNA SCINTIGRAFIJA
3. SCINT. PORTOSISTEMSKOG SHUNT-a (SPOJA) (Tc -PERTEHNETET, Tc - SUMPOR KOLOID)

RETIKULOENDOTELNA FUNKCIJA

- RADIOFARMACI- MAA, SUMPORNIKOLOID
- IZVODE SE STATIČKE STUDIJE
- KUPFFEROVE STANICE JETRE FAGOCITIRAJU RF. I JETRA SE VIZUALIZIRA TIJEKOM 60 MIN.
- INDIKACIJA- PROCJENA MORFOLOGIJE JETRE I SLEZENE (VELIČINA, OŠTINA) TE NJIHOVE MASE (CISTE, TUMORI, ABSCESE, HEMATOM)

HEPATOBILIJARNA SCINTIGRAFIJA

- RADIOFARMAK – $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -IDA
- IZVODE SE DINAMIČKE STUDIJE ILI STATIČKE SLIKE (2,10,15,20,25,30 45 I 60 MIN NAKON APLIKACIJE RF.)

- U NORMALNIM SLUČAJEVIMA RF. JE NAKON 2 MIN. U PARENHIMU JETRE, 2-20 MIN U ŽUČNOM MJHURU A NAKON TOGA IZLUČUJE SE U TANKO CRIJEVO

OVOM PRETRAGOM DOBIVAMO INFORMACIJU O MORFOLOGIJI I FUNKCIJI I TO:

- EKSKRECIJSKOJ F-JI JETRE
- AKUTNOJ ILI KRONIČNOJ UPALI Ž. MJEHURA
- OBSTRUKCIJI ŽUČOVODA

SCINTIGRAFIJA PORTOSISTEMSKOG SPOJA (SHUNT)

- ABNORMALNA VENSKA KOMUNIKACIJA IZMEĐU PORTALNE VENE I SISTEMSKE CIRKULACIJE – (UROĐENA ILI STEČENA)
- IZVODI SE BRZA DINAMIČKA STUDIJA (SVAKA SLIKA 3-4 s/TIJEKOM 3-5 min. DOK RF PROLAZI KROZ V. PORTE U JETRU A NAKON KAPILARIZACIJE U SRCE).
- VRLO OSJETLJIVA METODA, NE-INVAZIVNI TEST PRISUTNOSTI PATOLOŠKE POVEZANOSTI IZMEĐU PORTALNOG I SISTEMSKEG KRVOTOKA

34. VETERINARSKA ENDOKRINOLOGIJA

- NAJČEŠĆE ODNOSI NA DIJAGNOSTIKU I TERAPIJU ŠTITNE ŽLJEZDE
- MAČAKA-HIPERTIROIDIZAM
- PAS- HIPOTIROIDIZAM
- DIJAGNOZA SE TEMELJI NA: PALPACIJI, SCINTIGRAFIJI I UZ

SCINTIGRAFIJA ŠTITNE ŽLJEZDE

OPĆENITO

- JEDNA OD NAJČEŠĆIH NM APLIKACIJA
- RADIOFARMAK – ^{99m}Tc -PERTEHNETAT ($^{99m}\text{Tc O4-}$) VIŠE SE KORISTI OD RADIOAKTIVNOG JODA
- DOZA OD 37 DO 222 MBq ZA PSA I MAČKU
- NAKON 20-30 min. PERTEHNETAT SE NAKUPLJA U ŠTITNJACI
- PIK NAKON ADMINISTRACIJE PERTEHNETATA
 - PASA 2-3 SATA
 - MAČAKA 45-60 MIN
 -

INDIKACIJE

- PROVJERA FUNKCIONALNOG STANJA ŠTITNE ŽLJEZDE (HIPER, HIPO, EU)
- RAZLIKOVANJE UNILATERALNIH OD BILATERALNIH OŠTEČENJA
- DETEKCIJA METASTAZA
- RAZLIKOVANJE BENIGNIH OD MALIGNIH BOLESTI
- RAZLIKOVANJE PRIMARNOG, SEKUNDARNOG I TERCIJALNOG HIPOTIROIDIZMA

RADIOTERAPIJA ŠTITNE ŽLIJEZDE (^{131}I)

- KORISTI SE ZA TERAPIJU HIPERPLAZIJE, KARCINOMA I ADENOMA U PASA I MAČAKA

- POTREBNO POZNAVATI FIZIOLOGIJU I PATOFIZIOLOGIJ PACIJENATA PRI ODREĐIVANJU ADEKVATNE TERAPIJE

LIJEČENJE I DOZA

- HIPERPLAZIJA AKTIVNOST 148-185 MBq i/v
(DOZA U ŠTITNJACI 150-200 Gy)

35. NUKLEARNO MEDICINSKE PRETRAGE U DIJAGNOSTICI BOLESTI KONJA

1. SCINTIGRAFIJA SKELETA
2. SCINTIGRAFIJA PLUĆA
3. SCINTIGRAFIJA JETRE
4. NULEARNA ANGIOKARDIOGRAFIJA

36. SCINTIGRAFIJA KOSTI EKSTREMITETA U KONJA

OPĆENITO

- RADIOFARMAK ^{99m}Tc - MDP
- DOZA 7-11 MBq/kg ili caa 3,5-5,5 GBq i/v
- KOLIMATOR –VISOKE REZOLUCIJE
 - MALE-ENERGIJE
- STOJEĆI STAV
- NAJMANJE JE POTREBNO 150 000-200 000 IMPULSA ZA ZNAČAJNU DETEKCIJU ABNORMALNOSTI U KOSTURU

INDIKACIJE

- HROMOST
 - KOJU JE TEŠKO LOKALIZIRATI
 - KOJA JE LOKALIZIRANA ANESTEZIJOM ALI SE NE VIDI RENDGENSKOM PRETRAGOM ILI ULTRASONOGRAFIJOM
 - NA VIŠE EKSTREMITETA
- SUMNJA NA PRIJELOM ZDJELICE
- SUMNJA NA OSTEOMIJELITIS, SEPTIČNI ARTRITIS
- RANO OTKRIVANJE KOŠTANIH OŠTEČENJA
- STRES FRAKTURE
- OZLJEDE LIGAMENATA
- OSTEoarTRITIS
- OŠTEČENJE MEKOG TKIVA
- OSTEoHondRITIS
- PRIMARNE I MEATASTATSKE NEOPLAZIJE
- OZLJEDE LIGAMENATA
- OSTEoarTRITIS
- OŠTEČENJE MEKOG TKIVA
- OSTEoHondRITIS
- PRIMARNE I MEATASTATSKE NEOPLAZIJE

DIJELI SE U TRI FAZE:

I. KRVOŽILNA FAZA 1-2 min.

II. FAZA MEKIH TKIVA 5-10 min.

III. KOŠTANA FAZA 2-3 SATA

- **KOD ODRASLIH KONJA RADIOFARMAK SE NAKUPLJA U EPIFIZAMA DUGIH KOSTI I METAFIZAMA I PODRUČJE DISTALNIH KONDILA**
- **ATENUACIJA FOTONA (140 keV) U MEKIM TKIVIMA JE 50% PRI 5 cm MEKOG TKIVA (PRIVID –DA POVRŠINSKE KOSTI IMAJU VEĆU AKTIVNOST OD DUBLJ SMJEŠTENIH KOSTIJU)**

VIDLJIVOST SAKRIVENIH PRIJELOMA KOSTI

- SCINTIGRAFIJA KOSTI - UNUTAR 24 DO 48 SATI
- RENDGENOLOŠKA PRETRAGA - OD 7 DO 10 DANA

37. SCINTIGRAFIJA PLUĆA

- VENTILACIJSKA – PROHODNOST DIŠNIH KANALA
- PERFUZIJSKA – PROHODNOST KRVNIH ŽILA U PLUĆIMA
- MUKOCILIJARNA - PREGLED FUNKCIJE CILIJARNOG EPITELA DIŠNOG SUSTAVA

RADIOFARMACI

VENTILACIJSKA SCINTIGRAFIJA

- RADIOAKTIVNI PLINOVI - ^{81m}Kr
- AEROSOLI - ^{99m}Tc DTPA

PERFUZIJSKA SCINTIGRAFIJA

- ^{99m}Tc -MAA

MUKOCILIJARNA

- ^{99m}Tc -MAA

VENTILACIJSKA SCINTIGRAFIJA

- PROVODI ODMAH NAKON DAVANJA PLINOVA ILI AEROSOLA KAO DINAMIČKE STUDIJE LATERALNIH POLOŽAJA
- PROCJENA PROTOKA ZRAKA U PLUĆIMA

PLUĆNA PERFUZIJSKA SCINTIGRAFIJA

- TEMELJI SE NA ZAUSTAVLJANJU ČESTICA Tc-MAA U KAPILARNOM PODRUČJU PLUĆA
- VELIČINA ČESTICA 10-40 μM - VRLO JE BITAN BROJ KOJI SE APLICIRA
- SLIKA SE LIJEVA I DESNA LATERALNA STRANA A BROJ SLIKA OVISI O VELIČINI KONJA I GAMA KAMERE

INDIKACIJA

- PLUĆNE TROMBOEMBOLIJE
- KRONIČNE OBSTRUKCIJSKA BOLEST PLUĆA
- PLUĆNA KRVARENJA UZROKOVANA NAPORNIM VJEŽBAMA

38. SCINTIGRAFIJA JETRE

1. PRIMARNI TUMORI I MEASTAZE
2. INTRAHEPATARNE, EKSTRAHEPATARNE I PORTALNE ANASTOMOZE

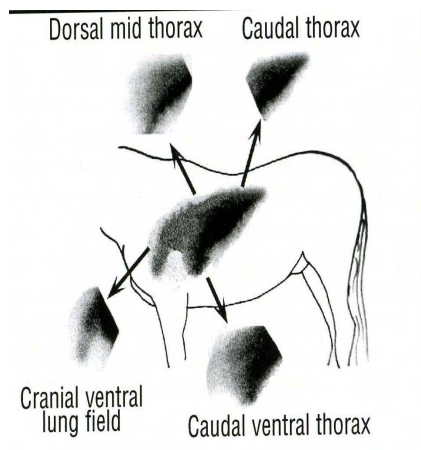


Figure 17.6: Pulmonary perfusion images in an adult horse

Because of the size of the equine lungs, multiple images of each lung are necessary to view the entire organ. With a 15-inch round camera, four images are needed. The diagram shows the position of each image relative to the horse. With a 15 x 20-inch rectangular camera, the equine lung can be imaged with two views.

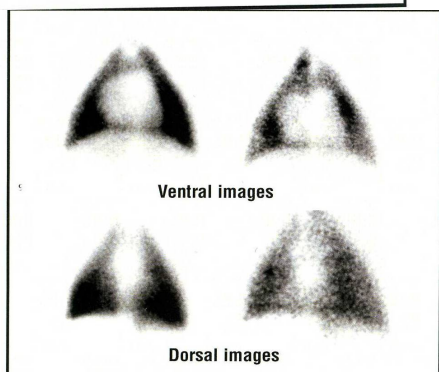


Figure 17.4: Perfusion (right) and ventilation (left) images of a normal dog

The perfusion study was done after injection of $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAA, while the ventilation study was done after nebulization of $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DTPA. Note the matching patterns of ventilation and perfusion.