



Strål
säkerhets
myndigheten

Swedish Radiation Safety Authority

Rapport

Nuklearmedicinska undersökningar och behandlingar i Sverige 1999 – 2021

2023:01

Författare: Anja Almén och Lars Idestrom

Datum: Januari 2023

Rapportnumme: 2023:01

ISSN: 2000-0456

Tillgänglig på www.ssm.se

Sammanfattning

Denna rapport omfattar en kartläggning och analys av rapporterade uppgifter om nuklear-medicinska undersökningar och behandlingar med avsikten att upptäcka trender över tid och eventuella skillnader mellan olika vårdinrättningar och regioner. Dessutom sammanställs aktuella diagnostiska standardnivåer och förutsättningar för att revidera de nationella diagnostiska referensnivåerna. Diagnostiska referensnivåer för datortomografi vid hybridundersökningar diskuteras också.

Rapporterade data indikerar att antalet undersökningar per år ligger på en relativt konstant nivå. Om antal undersökningar normeras för totala antalet innevånare observeras en minskning. Vissa undersökningstyper har dock ökat markant. Dessa består i stort av positronemissionsundersökningar (PET-undersökningar) där ökningen har pågått under de senaste 15 åren.

Antalet undersökningar per invånare varierar mellan regionerna och ligger mellan 500 och 2000 undersökningar per 100 000 invånare. Det är företrädesvis regioner med universitetssjukhus som ligger högst. Fördelningen mellan undersökningar varierar också men det är svårt att se några systematiska skillnader förutom att PET-undersökningar görs i störst utsträckning på universitetssjukhusen.

Administrerad aktivitet har för de studerade undersökningarna marginellt förändrats under de drygt 20 år som omfattas av denna studie. Detta indikerar att varken diagnostiska referensnivåer eller nya typer av utrustning har påverkat administrerad aktivitet, och därmed stråldosen, till patienterna.

Med utgångspunkt från fördelningen av rapporterade diagnostiska standarddoser har förslag på reviderade diagnostiska referensnivåer tagits fram. I rapporten finns förslag på att referensnivån sänks för fem undersökningar: myokardperfusion i vila respektive arbete, paratyreoidea, skelett och tumörlokalisering med ^{18}F -FDG. Tre undersökningar föreslås utgå från systemet med diagnostiska referensnivåer: cerebralt blodflöde, myokardperfusion i arbete och vila (endagsprotokoll) och hjärtkammarfunktion. Fyra nya undersökningar föreslås inkluderas: undersökning av hjärna med ^{18}F -FDG samt tumörlokalisering med ^{18}F -PSMA, ^{68}Ga -dotatoc och ^{68}Ga -PSMA.

I rapporten finns också förslag på diagnostiska referensnivåer för användning av datortomografi vid s.k. hybridundersökningar. Dessa referensnivåer följer samma principer som det system som används för datortomografi inom röntgenverksamhet, dvs. ett referensvärde för CTDIvol och ett värde för dos-längd-produkt (DLP). De förslag som ges kan behöva justeras eftersom information om syftet med användningen av datortomografi-undersökningen inte rapporteras. Syftet med undersökningen bör rapporteras så att en ny utvärdering kan göras.

Antalet rapporterade behandlingar varierar under den studerade perioden. Den vanligaste är behandlingen av tyreotoxikos med ^{131}I -natriumjodid. Denna behandling har minskat något under de senaste åren. Behandling av kastrationsresistent prostatacancer med ^{223}Ra -diklorid ökade markant i antal under åren 2015 till 2018 men verkar ha minskat under de senaste fyra åren. Behandlingar av tyreoideacancer med ^{131}I -natriumjodid som också är en av de tre vanligaste behandlingarna har ökat något under de senaste 10 åren. Behandlingar med ^{177}Lu -läkemedel har börjat utföras under de senaste fem åren och det kan finnas intresse att följa denna utveckling.



Strål
säkerhets
myndigheten

Swedish Radiation Safety Authority

Författare: Anja Almén och Lars Idestrom
Strålsäkerhetsmyndigheten Solna

2023:01

Nuklearmedicinska undersökningar
och behandlingar i Sverige 1999 – 2021

Datum: Januari 2023

Rapportnummer: 2023:01

ISSN: 2000-0456

Tillgänglig på www.stralsakerhetsmyndigheten.se

Innehåll

| | |
|--|-----------|
| 1. INLEDNING | 2 |
| 2. NUKLEARMEDICINSKA UNDERSÖKNINGAR | 3 |
| 2.1. ANTAL UNDERSÖKNINGAR..... | 3 |
| 2.2. ADMINISTRERADE AKTIVITET..... | 9 |
| 3. DIAGNOSTISKA REFERENSNIVÅER | 15 |
| 3.1. DIAGNOSTISKA REFERENSNIVÅER OCH FÖRSLAG PÅ REVISION..... | 16 |
| 3.2. FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR DIAGNOSTISKA REFERENSNIVÅER FÖR DATORTOMOGRAFI..... | 17 |
| 3.3. MÖJLIGA REFERENSNIVÅER FÖR DATORTOMOGRAFI..... | 23 |
| 4. NUKLEARMEDICINSKA BEHANDLINGAR | 25 |
| 4.1. ANTAL BEHANDLINGAR..... | 25 |
| 4.2. ADMINISTRERAD AKTIVITET..... | 29 |
| 5. SAMMANFATTNING | 31 |

1. Inledning

Radioaktiva läkemedel används både i diagnostiskt och terapeutiskt syfte. En rad olika radioaktiva ämnen och kemiska substanser kombineras för att ge upptag i specifika organ och vävnader. Detta utnyttjas för avbildning eller i terapeutiskt syfte vid nuklearmedicinska undersökningar och behandlingar. Dessa typer av läkemedel utvecklas, liksom andra läkemedel, kontinuerligt. Både nya radioaktiva ämnen och nya kemiska substanser introduceras fortlöpande i sjukvården. Det är därför troligt att användningen av dessa läkemedel vid undersökningar och behandlingar förändras över tid. I tidigare nationella studier som inkluderar stråldoser vid radiologiska undersökningar studerades inte aktivitetsmängder som ges patienterna vid undersökningarna. Det är därför motiverat att studera användningen och göra en sammanställning av nuvarande verksamhet och även göra en tillbakablick över tidigare användning.

Diagnostiska referensnivåer har introducerats för nuklearmedicinska undersökningar och röntgenundersökningar med avsikt att vara ett verktyg vid optimering av strålskyddet¹. Studier har visat att stråldosen vid röntgenundersökningar har minskat med omkring 30 procent för vissa undersökningar under de senaste 20 åren². Nationella referensnivåer, typ av undersökning och värden, finns fastställda i föreskrifter³ och det är därför intressant att kartlägga trender avseende stråldoser till patienter som genomgår nuklearmedicinska undersökningar och undersöka om diagnostiska referensnivåer har påverkat stråldosen vid undersökningarna. En analys av diagnostiska standardnivåer, dvs. den aktivitetsmängd som används vid vårdinrättningarna, är även av betydelse för att utvärdera diagnostiska referensnivåer i syfte att bedöma värdet av en revision av referensnivån, om undersökningar ska exkluderas eller nya undersökningar inkluderas i systemet för diagnostiska referensnivåer.

Studien bygger på rapporterade data från sjukvården. Dessa uppgifter, frekvens och ett medelvärde av administrerad aktivitetsmängd har rapporterats under många år. Denna rapport omfattar data från 1999 till 2021. Rapporteringen har gjorts på liknande sätt under hela denna period och studien följer den gruppering av undersökningar och behandlingar som används. Några justeringar av rapporteringen har dock gjorts, under perioden 1999 till cirka 2010 rapporterades nominella aktivitetsmängder, därefter anvisades vårdinrättningarna att rapportera medelvärde för uppmätt given aktivitetsmängd. Grupperingen av terapier, gällande tyreotoxikos och tyreoidacancer, har ändrats över tid vilket försvårar analysen något. Diagnostiska standardnivåer började rapporteras fortlöpande år 2019 och de aktuella rapporterade värdena ingår i denna studie. I rapporten redovisas nuklearmedicinska undersökningar och behandlingar i separata avsnitt.

Syftet med denna rapport är att kartlägga den nuklearmedicinska verksamheten och specifikt studera: i) om antal undersökningar och administrerad aktivitetsmängd förändras över tid, ii) eventuella skillnader mellan olika vårdinrättningar och regioner, iii) förutsättningar för att revidera de nationella diagnostiska referensnivåerna och att inkludera referensnivåer för datortomografi vid hybridundersökningar.

¹ ICRP 135 Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging

² SSM rapport 2020:14 Radiologiska undersökningar i Sverige under 2018

³ SSMFS 2018:5 Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter och allmänna råd om medicinska exponeringar

2. Nuklearmedicinska undersökningar

Nuklearmedicinska undersökningar utförs på 33 vårdinrättningar. Tabell 2.1 sammanfattar verksamheten under 2021. I stort sett alla undersökningar utförs av regionernas vårdinrättningar och endast några få privata vårdföretag utför nuklearmedicinska undersökningar. De privata vårdföretagens undersökningar redovisas i den region de finns geografiskt. Antalet vårdinrättningar som utför PET-undersökningar är idag 12 varav 6 av dessa har cyklotroner för produktion av radiofarmaka. Två vårdinrättningar har dessutom två cyklotroner.

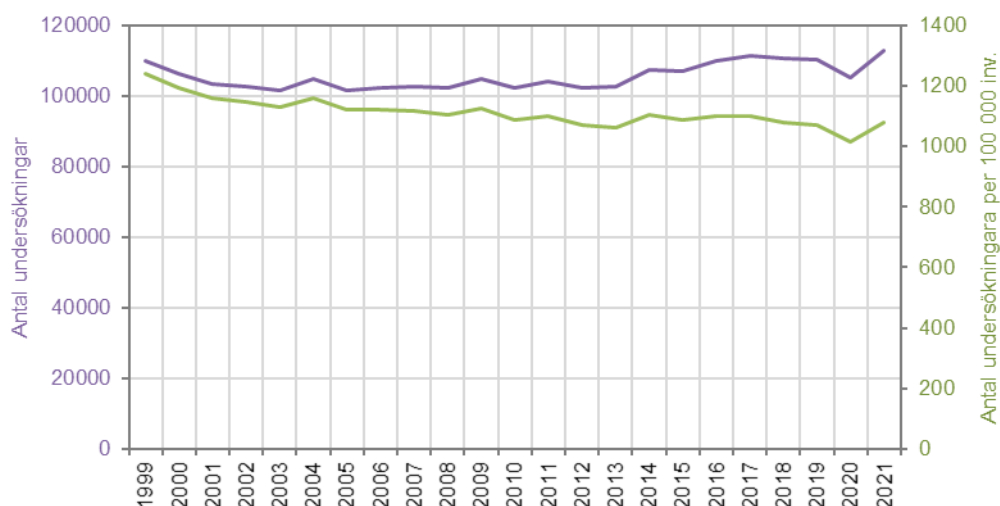
Tabell 2.1. Diagnostisk verksamhet år 2021 sammanfattas. En punkt representerar en vårdinrättning (geografisk plats) som utför nuklearmedicinska undersökningar. Vårdinrättningar som utför PET-undersökningar redovisas separat. Antal cyklotroner i drift finns i ytterligare en kolumn.

| Region | Vårdinrättningar | | |
|----------------------------|--------------------------|-----|-----------|
| | Nuklearmedicin exkl. PET | PET | Cyklotron |
| Region Stockholm* | ●●●●● | ●● | ●● |
| Västra Götalandsregionen* | ●●●●●● | ● | ● |
| Region Skåne* | ●●●● | ●●● | ●● |
| Region Östergötland | ● | ● | ● |
| Region Uppsala | ● | ● | ● |
| Region Jönköpings län | ● | ● | |
| Region Halland | ● | | |
| Region Örebro län | ● | ● | |
| Region Sörmland | ● | | |
| Region Dalarna | ● | | |
| Region Gävleborg | ● | | |
| Region Värmland | ● | | |
| Region Västmanland | ● | | |
| Region Västerbotten | ● | ● | ● |
| Region Norrbotten | ● | | |
| Region Kalmar län | ● | | |
| Region Västernorrland | ● | | |
| Region Kronoberg | ● | ● | |
| Region Blekinge | ● | | |
| Region Jämtland Härjedalen | ● | | |
| Region Gotland | - | - | - |

* Universitetssjukhusen i Stockholm, Västra Götalandsregionen och Skåne (Karolinska universitetssjukhuset, Sahlgrenska universitetssjukhuset och Skånes universitetssjukhus) ger i tabellen upphov till flera punkter eftersom nuklearmedicinska undersökningar utförs på mer än en vårdinrättning (geografisk plats).

2.1. Antal undersökningar

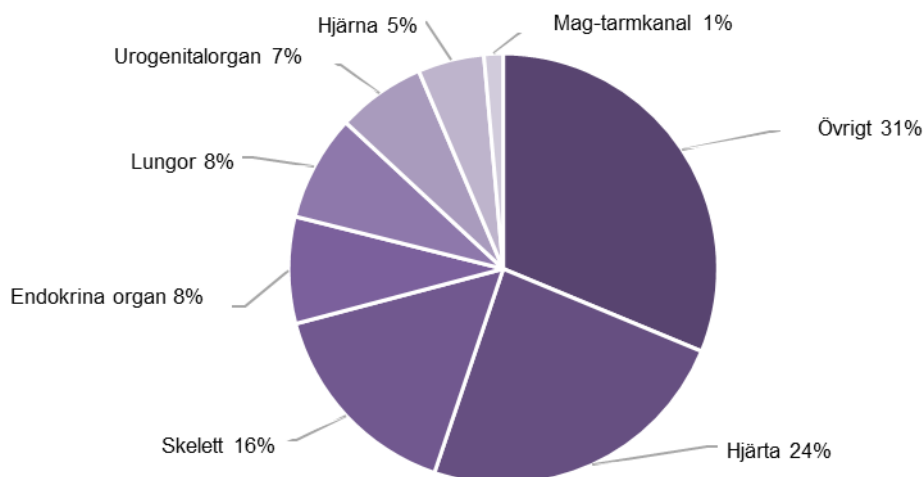
Totalt rapporterades 112 649 undersökningar för år 2021, av dessa är tre procent (3 514) undersökningar av barn. Figur 2.1 visar hur antal undersökningar och antal undersökningar per 100 000 invånare förändrats över tid från 1999 till 2021.



Figur 2.1. Antal undersökningar och antalet undersökningar per antal invånare från 1999 till 2021.

Antalet undersökningar har under perioden ökat något (ca tre procent). Antal undersökningar per 100 000 invånare har minskat något, drygt 10 procent.

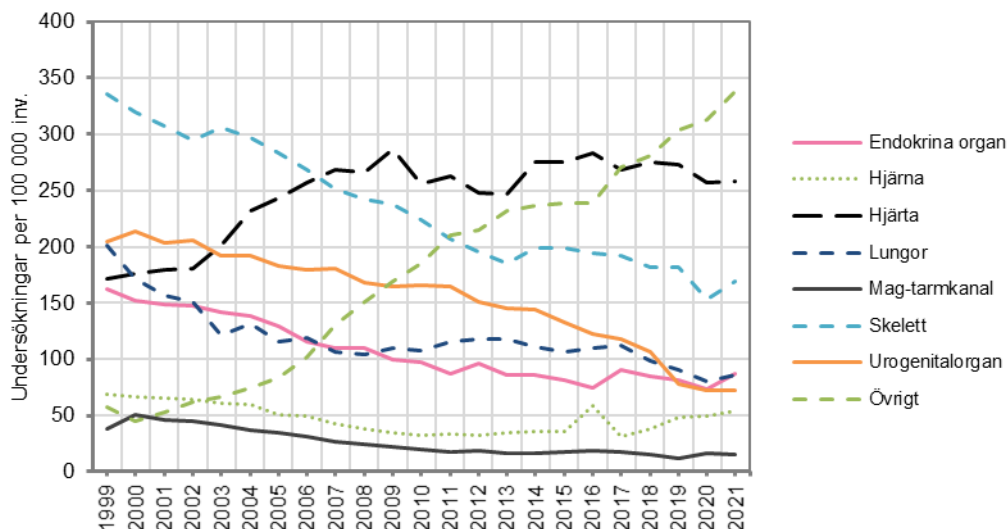
Rapporterade data är indelade i 8 grupper; endokrina organ, hjärna, hjärta, lungor, mag-tarmkanal, skelett, urogenitalorgan, och övriga. Fördelningen mellan dessa grupper visas i figur 2.2.



Figur 2.2. Den procentuella fördelningen mellan olika undersökningsgrupper för 2021.

Undersökningar domineras av hjärtundersökningar och gruppen övriga. Dessa båda grupper utgör tillsammans över hälften av alla undersökningar. Gruppen hjärta domineras av myokardperfusion i vila respektive arbete. Gruppen övriga består till största delen av tumörlokalisering och undersökning av lymfvägar, alltså onkologiska frågeställningar. Om skelettundersökningar adderas till onkologiska frågeställningar utgör dessa ungefär hälften (47 procent) av alla undersökningar.

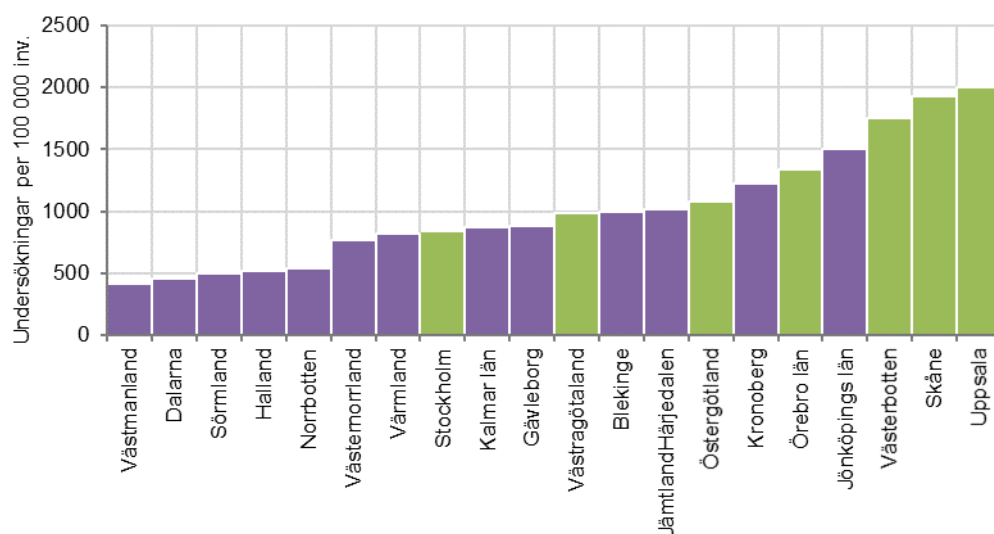
Figur 2.3 visar utvecklingen av antal undersökningar per 100 000 invånare under 1999 till 2021 uppdelat i undersökningsgrupper.



Figur 2.3. Förändring av antal undersökningar per 100 000 inv. under perioden 1999-2021 för olika undersökningsgrupper.

Under perioden har antal undersökningar som benämns övrigt ökat markant. Andra undersökningarna har minskat, en särskilt tydlig minskning kan ses för skelettundersökningar. Minskningen av skelettundersökningar kan vara orsakad av att i undergruppen skelett redovisas de undersökningar som utförs med ^{99m}Tc -läkemedel och när dessa undersökningar ersatts av ^{18}F -läkemedel redovisas de i gruppen övrigt.

Det finns skillnader mellan olika regioner. Dessa åskådliggörs genom figur 2.4 där spridningen av antal undersökningar per 100 000 invånare för år 2021 visas. Antalet undersökningar per 100 000 invånare varierar mellan 500 och 2000 för år 2021. Varje stapel utgörs av en region och de gröna staplarna är regioner med universitetssjukhus. Alla regioner med universitetssjukhus, utom en region, har ett högre antal undersökningar per invånare jämfört med medianvärdet för alla regioner. Detta kan bero på att vissa regioner, företrädesvis regioner med universitetssjukhus, tar emot patientgrupper från närliggande regioner för undersökning och behandling.



Figur 2.4. Antal undersökningar per 100 000 invånare i de 20 regioner som utför undersökningar. Gröna staplar markerar regioner som har universitetssjukhus år 2021.

Variationen över tid i regionerna undersöktes för perioden 2002 till 2021, perioden 1999 till 2001 uteslöts eftersom SCB:s rapportering av befolkningens mängd var annorlunda. Förändringen över tid i olika regioner är svår att generalisera. Vissa regioner ser ut att öka användningen av nuklearmedicinska undersökningar, i andra ligger användningen i stort oförändrad eller minskar något.

Antal undersökningar per 100 000 invånare, indelade i undersökningsgrupper, för de olika regionerna och för år 2021 visas i tabell 2.2. I tabellen markeras nivån för jämförelsevis höga och låga värden med violett respektive grön färg.

Tabell 2.2. Antal rapporterade undersökningar per 100 000 invånare för 2021 i respektive region för respektive organgrupp och ett totalvärde. De för varje grupp relativt höga värden markeras med violett och relativt låga värden med grönt.

| Region | Endokrina | Hjärna | Hjärta | Lungor | Mag-tarm | Skelett | Urogenitala | Övrigt | Totalt |
|----------------------------|-----------|--------|--------|--------|----------|---------|-------------|--------|--------|
| Region Stockholm* | 94,2 | 44,3 | 141,7 | 35,4 | 4,6 | 122,3 | 65,8 | 309,0 | 817,2 |
| Region Uppsala län* | 75,9 | 138,5 | 284,9 | 108,6 | 39,6 | 1002,4 | 38,8 | 309,3 | 1998,0 |
| Region Sörmland | 58,4 | 18,6 | 103,2 | 27,2 | 4,6 | 128,1 | 44,8 | 109,8 | 494,7 |
| Region Östergötland* | 68,8 | 72,4 | 216,9 | 66,2 | 6,4 | 104,4 | 72,6 | 468,6 | 1076,4 |
| Region Jönköpings län | 141,2 | 31,1 | 526,1 | 84,2 | 6,8 | 179,6 | 95,7 | 439,4 | 1504,2 |
| Region Kronoberg | 119,6 | 29,0 | 416,3 | 26,1 | 37,9 | 163,4 | 76,8 | 351,3 | 1220,2 |
| Region Kalmar län | 96,4 | 0,0 | 262,4 | 94,7 | 7,3 | 196,8 | 106,5 | 106,5 | 870,5 |
| Region Blekinge | 79,2 | 0,0 | 544,0 | 127,0 | 4,4 | 61,6 | 69,8 | 112,6 | 998,7 |
| Region Skåne* | 91,2 | 176,9 | 552,5 | 242,7 | 13,5 | 99,4 | 99,9 | 649,3 | 1923,9 |
| Region Halland | 40,9 | 0,3 | 137,1 | 78,6 | 1,2 | 105,6 | 57,1 | 95,3 | 516,0 |
| Västra Götalandsregionen* | 85,4 | 19,0 | 195,7 | 93,2 | 44,9 | 187,3 | 68,5 | 294,8 | 988,8 |
| Region Värmland | 97,1 | 26,8 | 309,7 | 73,1 | 7,8 | 131,4 | 91,5 | 76,6 | 814,0 |
| Region Örebro län* | 106,3 | 57,1 | 199,9 | 34,2 | 17,9 | 132,4 | 85,4 | 707,6 | 1340,8 |
| Region Västmanland | 36,2 | 0,0 | 61,0 | 28,3 | 7,5 | 113,7 | 79,6 | 90,8 | 417,3 |
| Region Dalarna | 47,5 | 8,3 | 82,6 | 17,7 | 14,9 | 169,3 | 42,0 | 76,7 | 459,1 |
| Region Gävleborg | 67,7 | 0,0 | 426,6 | 90,0 | 11,5 | 139,6 | 45,2 | 102,1 | 882,7 |
| Region Västernorrland | 72,1 | 40,9 | 312,0 | 65,5 | 0,0 | 123,2 | 65,1 | 88,4 | 767,3 |
| Region Jämtland/Härjedalen | 93,2 | 0,0 | 431,3 | 46,2 | 11,4 | 254,0 | 106,9 | 72,0 | 1015,1 |
| Region Västerbotten* | 93,6 | 96,9 | 155,5 | 49,9 | 7,6 | 147,2 | 69,6 | 1130,6 | 1751,0 |
| Region Norrbotten | 52,1 | 0,4 | 144,9 | 76,9 | 0,8 | 130,9 | 63,7 | 72,9 | 542,5 |

* Regioner med universitetssjukhus

Sammanställningen av undersökningar i regionerna, tabell 2.2, ger en komplex bild av användningen av undersökningar för olika organgrupper. Det är svårt att beskriva systematiska skillnader, t.ex. att regioner med universitetssjukhus (markerade med *) generellt utför fler undersökningar av vissa typer eller att övriga regioner utför färre undersökningar av någon viss typ. De går dock att göra några observationer. En enskild organgrupp där stor spridning finns är organgruppen hjärna där det finns regioner som rapporterar att de inte utför några sådana undersökningar alls. Det höga värdet för Region Uppsala för gruppen skelett orsakas till del av att tumörlokalisering för skelett rapporteras i denna grupp. De flesta andra regioner har rapporterat nya typer av skelettundersökningar i gruppen övrigt.

En sammanställning för de mest frekventa undersökningarna 2021 redovisas i tabell 2.3 och gäller undersökningar av vuxna.

Tabell 2.3. Antal diagnostiska undersökningar 2021 och andelen för en viss typ av undersökning av det totala antalet diagnostiska undersökningarna av vuxna.

| Undersökning | Antal | Andel % | : Notering |
|--------------------------|--------|---------|---|
| Tumörlokalisering | 30 690 | 28,1 | : sammanslagning av alla med benämningen tumörlokalisering. |
| Myokardperfusion | 26 124 | 23,9 | : summering av alla med denna benämning |
| Skelett, helkropp | 13 902 | 12,7 | : framförallt en onkologisk undersökning |
| Lunga | 8 963 | 8,2 | : perfusion och ventilation |
| Lymfvägar | 8 431 | 7,7 | : sammanslagning av alla koder för lymfvägar |
| Njure | 4 126 | 3,8 | : sammanslagning av alla koder för njure |
| Tyreoida, scintigrafi | 4 113 | 3,8 | |
| Paratyreoida | 2 692 | 2,5 | |
| Tyreoida, upptagsmätning | 2 048 | 1,9 | |
| Totalt | | 91,2 | |

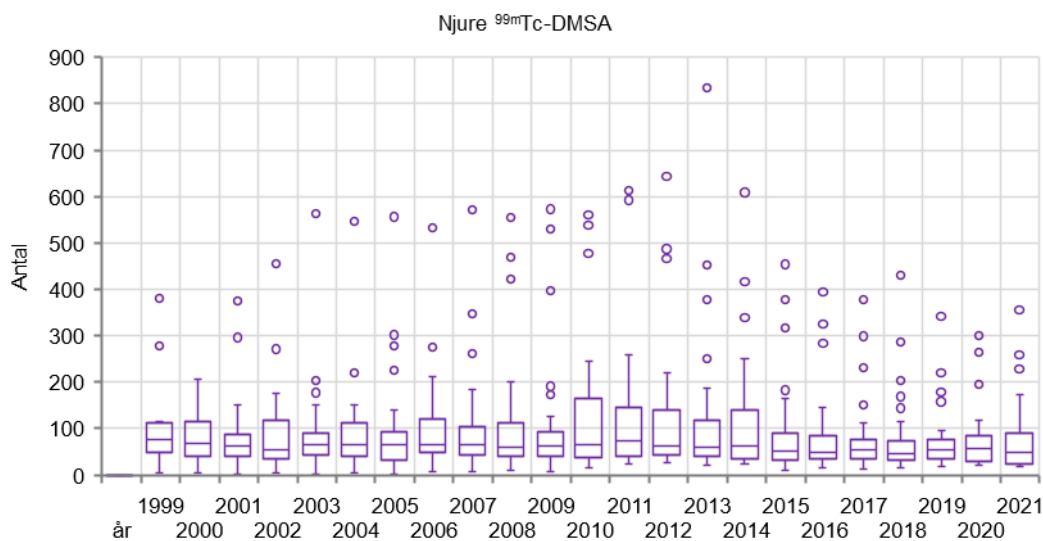
Den undersökningstyp som är mest frekvent är tumörlokalisering. Denna undersökning utförs med olika radiofarmaka. Den mest frekventa – över 20 000 per år – är ¹⁸F-FDG undersökningar. Den näst mest frekventa är myokardperfusion som utförs med ^{99m}Tc-mibi eller -tetrafosmin. I tabellen har de undersökningar med benämningen myokardperfusion summerats. De hjärtundersökningar som görs i arbete har samband med undersökningar i vila eftersom en stor andel patienter genomgår bägge dessa undersökningar men under två olika dagar, s.k. tvådagarsprotokoll. Denna typ av undersökning med samma grundfrågeställning kan också genomföras under samma dag, s.k. endagarsprotokoll. Denna undersökning inkluderas också i gruppen myokardperfusion. Endagarsprotokoll används i betydligt mindre utsträckning än tvådagarsprotokoll. Trots att antalet skelettundersökningar kontinuerligt minskat är den fortsatt den tredje vanligaste undersökningen.

I tabell 2.4 sammanfattas undersökningar av barn för 2021. Njurundersökningar utgör över 80 procent av alla nuklearmedicinska undersökningar av barn. Denna undersökning utförs i stor utsträckning med ^{99m}Tc-DMSA.

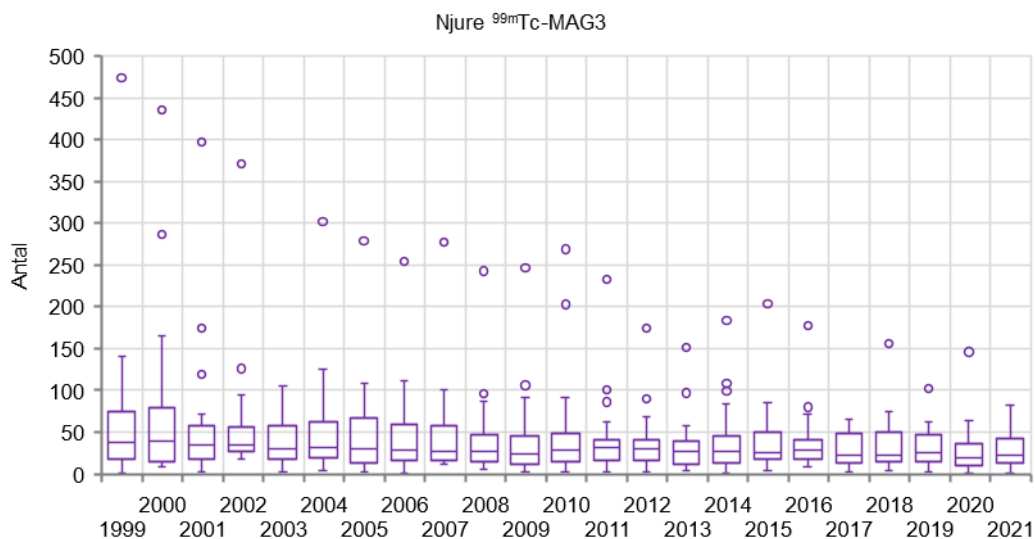
Tabell 2.4. Antal diagnostiska undersökningar och andelen av det totala antalet diagnostiska undersökningarna av barn under 2021.

| Radetiketter | Antal | Andel % | : Notering |
|---|-------|---------|---|
| Njure | 3 135 | 83,1 | :sammanslagning av alla koder-njurar |
| Tumörlokalisering utan egen kod | 216 | 5,7 | :sammanslagning av alla koder-tumörlokalisering |
| Skelett | 91 | 2,4 | : sammanslagning av alla koder - skelett |
| Ektopisk ventrikelslemhinna i tunntarm (Meckel) | 65 | 1,7 | |
| Ventrikeltömning | 64 | 1,7 | |
| Totalt | | 94,7 | |

I figur 2.5 och 2.6 visas hur antalet njurundersökningar med ^{99m}Tc-DMSA och ^{99m}Tc-MAG3 varierat över åren 1999-2021.



Figur 2.5. Antal njurundersökningar med ^{99m}Tc -DMSA av barn år 1999-2021. Boxdiagrammet anger spridning mellan olika vårdinrättningar. Ringen anger utliggare.



Figur 2.6. Antal njurundersökningar med ^{99m}Tc -MAG3 av barn år 1999-2021. Boxdiagrammet anger spridning mellan olika vårdinrättningar. Ringen anger utliggare.

Undersökning av njurarnas morfologi med ^{99m}Tc -DMSA är vanligare än undersökning av njurfunktionen med ^{99m}Tc -MAG3. Några vårdinrättningar utför betydligt fler undersökningar än genomsnittet i landet. Den vårdinrättning som utförde flest har minskat sin användning med över 50 procent.

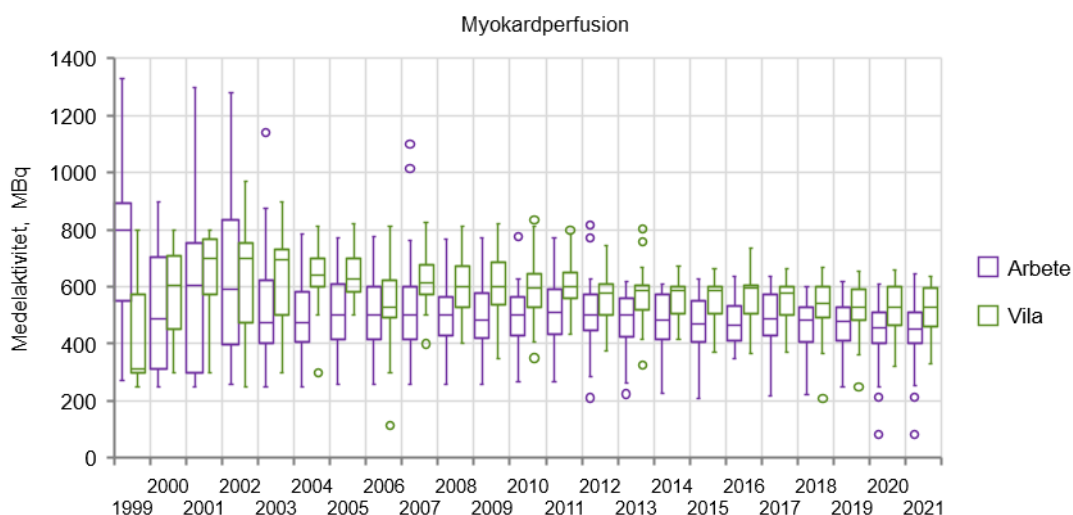
2.2. Administrerade aktivitet

De undersökningar som var mest frekventa under 2021 presenteras i tabell 2.5. där ett medelvärde av rapporterad administrerad aktivitet anges.

Tabell 2.5. De vanligaste undersökningarna 2021 med avseende på substans. Antal undersökningar och ett medelvärde av administrerad aktivitet för aktuella vårdinrättningar anges i tabellen.

| Grupp | Undersökning | Nuklid | Substans | Antal | Administrerad aktivitet, MBq |
|-------------------|--------------------------|-------------------|------------------|--------|------------------------------|
| Tumörlokalisering | Utan egen kod | ¹⁸ F | FDG | 22 565 | 272 |
| | | ⁶⁸ Ga | Dotatoc | 1 357 | 127 |
| | | ¹⁸ F | PSMA | 1 358 | 305 |
| Lymfvägar | Ospecificerad | ^{99m} Tc | Nanocoll | 1 836 | 50 |
| | Thorax | ^{99m} Tc | Nanocoll | 3 536 | 48 |
| Hjärta | Myokardperfusion, arbete | ^{99m} Tc | Mibi+tetrafosmin | 1 002 | 429 |
| | Myokardperfusion, arbete | ^{99m} Tc | Tetrafosmin | 14 555 | 582 |
| | Myokardperfusion, vila | ^{99m} Tc | Mibi | 740 | 441 |
| | Myokardperfusion, vila | ^{99m} Tc | Tetrafosmin | 7 955 | 521 |
| Skelett | Helkropp | ^{99m} Tc | Difosfonat | 12 321 | 539 |
| Njure | Funktion (Renografi) | ^{99m} Tc | MAG3 | 3 131 | 88 |
| Lungor | Perfusion | ^{99m} Tc | MAA | 4 371 | 128 |
| | Ventilation | ^{99m} Tc | Technegas | 4 126 | 57 |
| Paratyreoidea | | ^{99m} Tc | Mibi | 1 605 | 549 |
| | | ^{99m} Tc | Perteknetat | 695 | 137 |
| Hjärna | | ¹²³ I | Beta-CIT | 1 236 | 181 |
| | | ¹⁸ F | DOPA | 460 | 199 |
| | | ¹⁸ F | FDG | 897 | 182 |
| | | ¹⁸ F | Flutemetanol | 923 | 188 |
| | | ¹⁸ F | Tau | 948 | 270 |

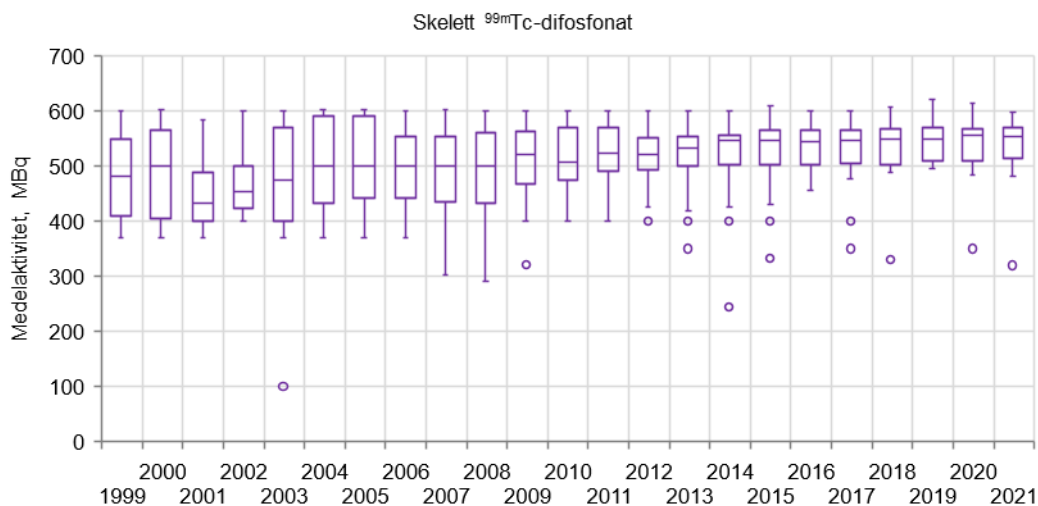
En sammanställning av hur den administrerade aktiviteten varierat över tid redovisas i figur 2.7 till 2.12. De data som rapporteras är ett medelvärde av administrerad aktivitet från varje vårdinrättning. Spridningen mellan vårdinrättningar för varje år åskådliggörs genom låddiagram. Värdena är inte viktade utifrån antalet undersökningar som utförs vid respektive vårdinrättning. Diagrammen åskådliggör eventuella skillnader mellan de olika vårdinrättningar som kan antas beror på utrustning eller optimering av strålskyddet.



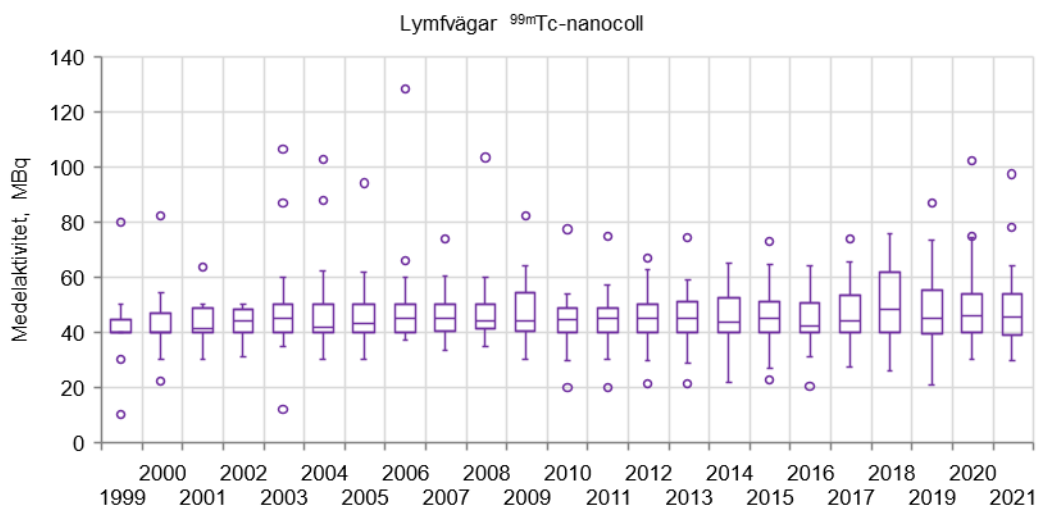
Figur 2.7. Spridning av administrerad aktivitet för myokardperfusion med ^{99m}Tc-mibi eller -tetrafosmin i arbete respektive vila för perioden 1999 till 2021.

De fem första åren ser administrerad aktivitet ut att minska något för att sedan ligga på ett värde på cirka 500 MBq. En liten reduktion kan anas de 10 sista åren av perioden. Skillnaden mellan olika klinker ser också ut att minskat. I motsats till myokardperfusion i arbete ökade administrerad aktivitet för myokardperfusion i vila de fem första åren. Detta kan vara orsakat av justering av metoden, därefter kan en liten tendens till minskning av administrerad aktivitet ses. Detta kan dock ha påverkats av att nominell administrerad aktivitet rapporterats under periodens första hälft och uppmätt given aktivitet till patienten rapporterats under periodens andra hälft.

I figur 2.8 och 2.9 presenteras administrerad aktivitet för skelettundersökningar med ^{99m}Tc -difosfonat respektive lymfvägar med ^{99m}Tc -nanokoll.

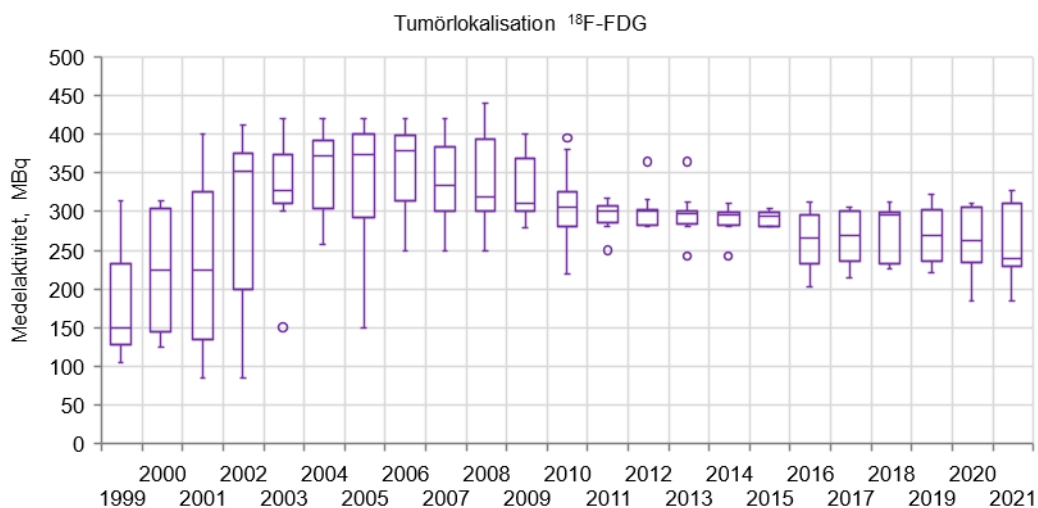


Figur 2.8. Spridning av administrerad aktivitet för skelettundersökningar med ^{99m}Tc -difosfonat för perioden 1999 till 2021.



Figur 2.9. Spridning av administrerad aktivitet för undersökningar av lymfvägar med ^{99m}Tc -difosfonat för perioden 1999 till 2021.

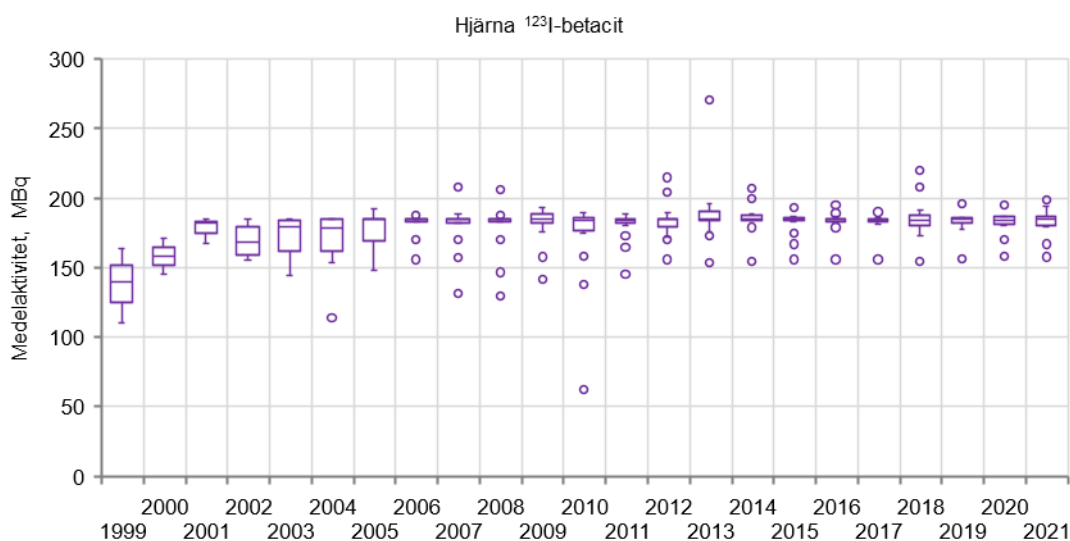
I figur 2.10 presenteras administrerad aktivitet för tumörlokalisering ^{18}F -FDG.



Figur 2.10. Spridning av administrerad aktivitet för tumörlokalisering med ¹⁸F-FDG för perioden 1999 till 2021.

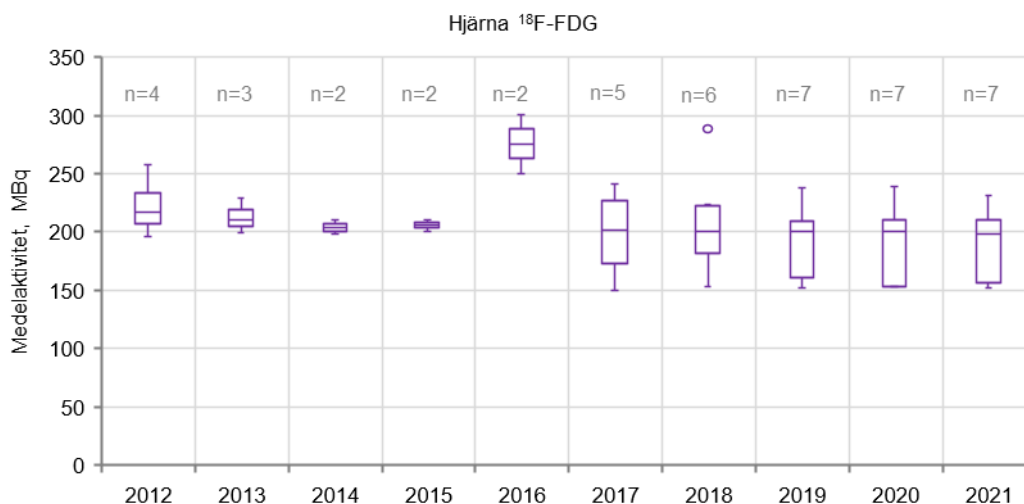
För tumörlokalisering sker en relativt stor förändring av aktivitetsmängden för ¹⁸F-FDG över tid. I början av perioden var också spridningen mellan klinikerna större än i slutet av studieperioden. Det kan också vara värt att notera att radioaktiva läkemedel med ¹⁸F oftast är egenproducerade läkemedel där det finns tillgång till en cyklotron och produktspecifikationen som innehåller anvisad administrerad aktivitet då också fastställs av dessa producenter.

I figur 2.11 och 2.12 visas undersökningar av hjärnan med ¹²³I-betacit respektive ¹⁸F-FDG.



Figur 2.11. Spridning av administrerad aktivitet för hjärna med ¹²³I-betacit för perioden 1999 till 2021.

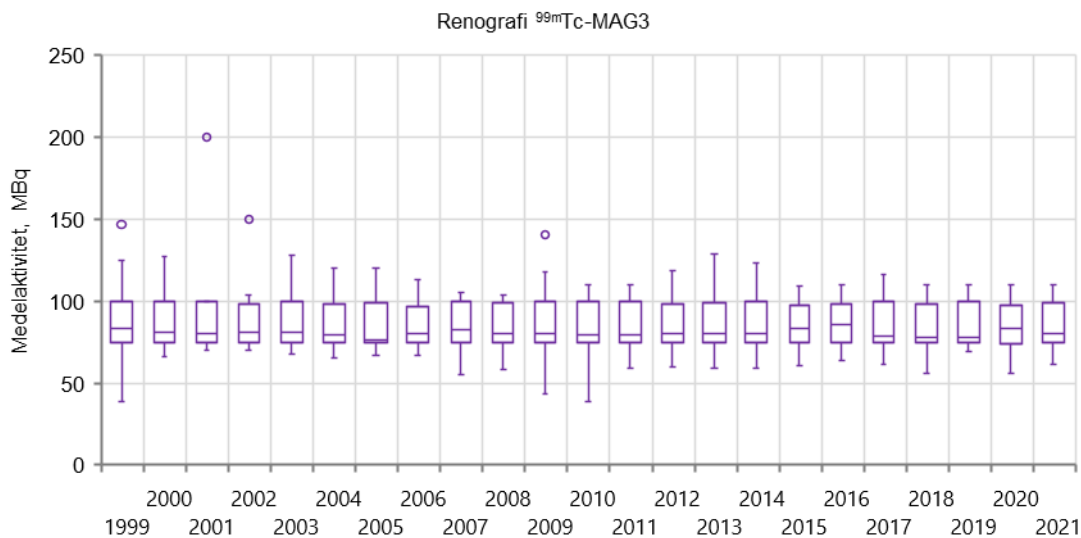
Administrerad aktivitet för hjärna, ¹²³I-betacit, ligger konstant och varierar lite mellan olika vårdinrättningar.



Figur 2.12. Spridning av administrerad aktivitet för hjärna med ^{18}F -FDG för perioden 2012 till 2021. I diagrammet indikeras antal vårdinrättningar (n) som rapporterade aktuellt år.

Undersökningar där ^{18}F -FDG används för studier av hjärnan är en relativt ny typ av undersökning. Administrerad aktivitet har legat relativt konstant runt 200 MBq. Under de senaste fem åren verkar spridningen mellan vårdinrättningar ökat.

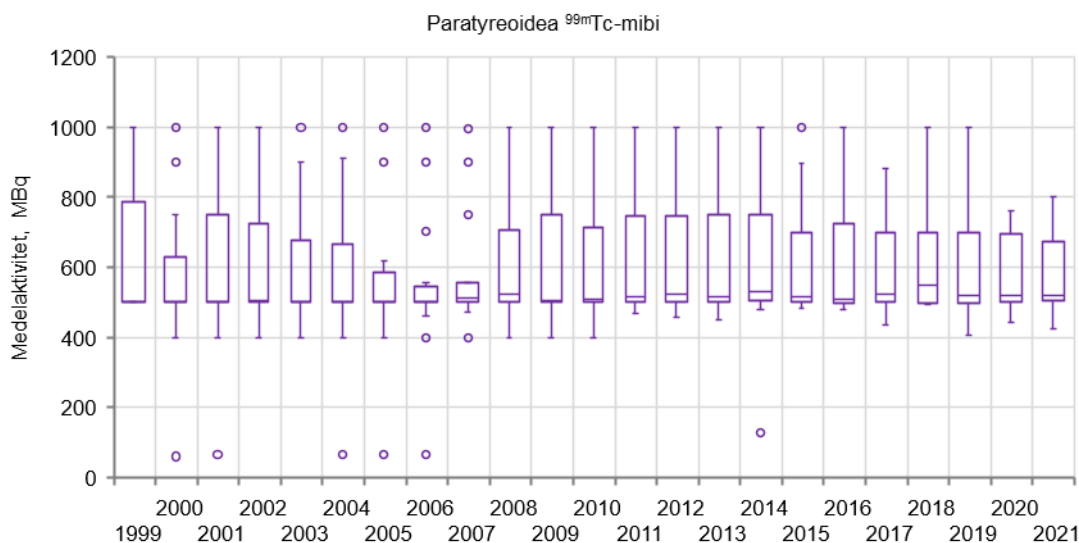
Figur 2.13 visar administrerad aktivitet för njurundersökningar med $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG3.



Figur 2.13. Spridning av administrerad aktivitet för njure $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG3 renografi under åren 1999 till 2021.

Även undersökningen av njurarna, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG3 renografi, har legat konstant över tiden. Spridningen mellan vårdinrättningar ligger mellan 80 och 100 MBq.

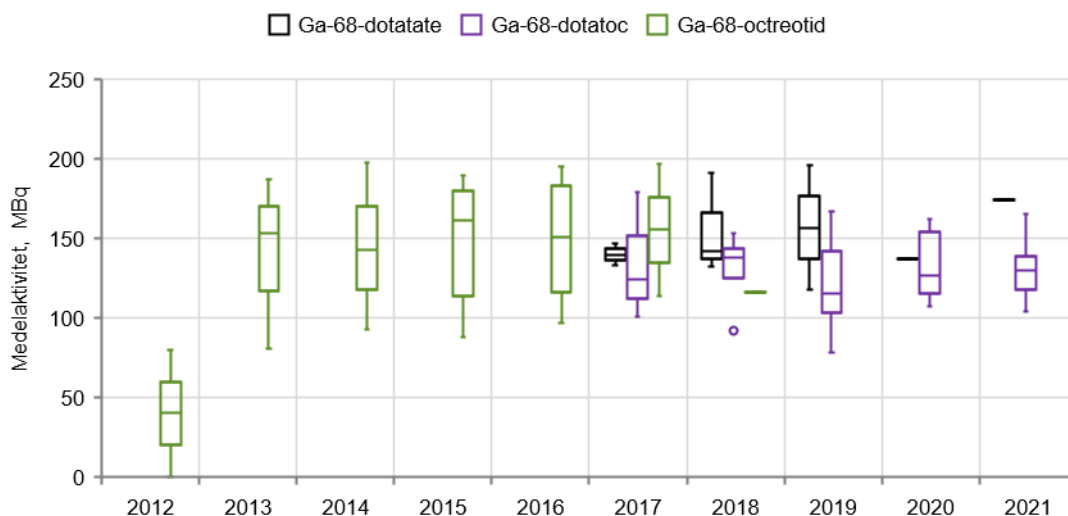
Figur 2.14 visar administrerad aktivitet för paratyreoidea med $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -mibi.



Figur 2.14. Spridning av administrerad aktivitet för paratyreoidea ^{99m}Tc-mibi för perioden 1999 till 2021.

Även undersökningen paratyreoidea, ^{99m}Tc-mibi följer den allmänna trenden att administrerad aktivitet inte varierat nämnvärt över åren. Spridningen mellan vårdinrättningar är relativt stor över hela tidsperioden.

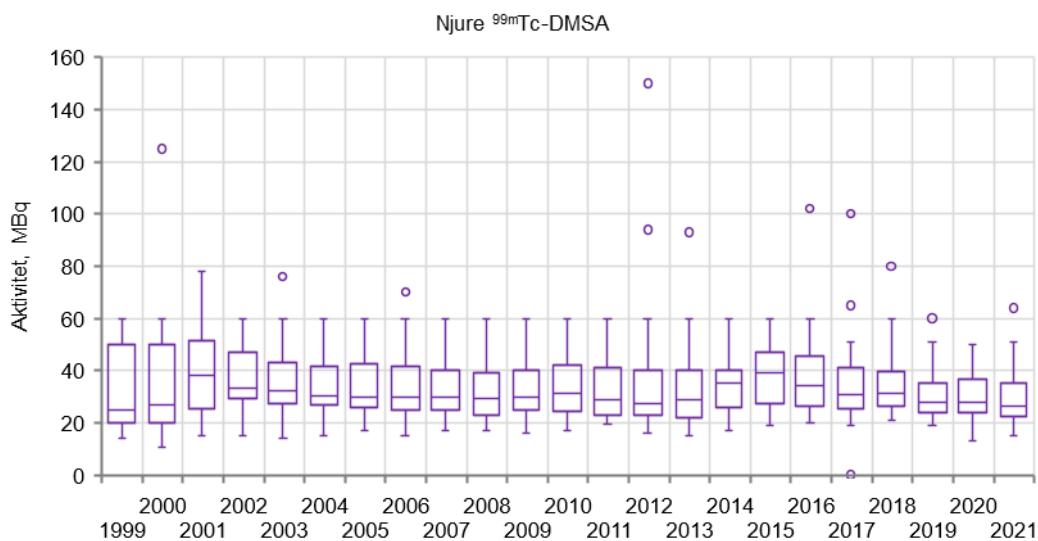
I figur 2.15 visas administrerad aktivitet för några nyare onkologiska radioaktiva läkemedel.



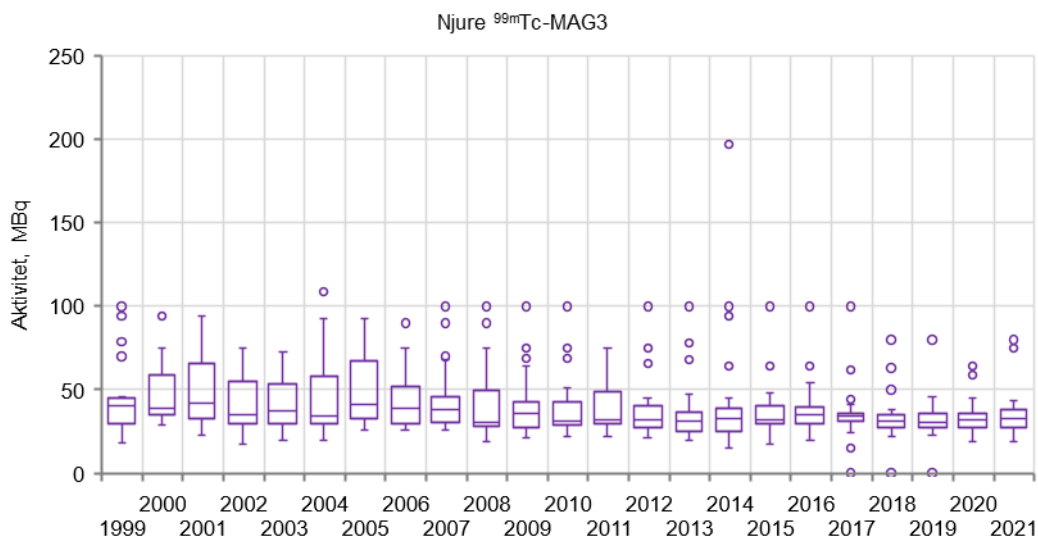
Figur 2.15. Spridning av administrerad aktivitet för olika Ga-68 substanser som används i onkologiska undersökningar för 2012 till 2021.

Rapporteringen av ⁶⁸Ga-octreotid upphörde efter 2018 och maximalt fem vårdinrättningar rapporterade dessa undersökningar. År 2017 började ⁶⁸Ga-dotatate och ⁶⁸Ga-dotatoc rapporteras. År 2021 var det endast en vårdinrättning som rapporterade bruk av ⁶⁸Ga-dotatate. Det är betydligt fler, sju vårdinrättningar, som rapporterar att de använder ⁶⁸Ga-dotatoc. En viss skillnad mellan administrerad aktivitet kan ses för dessa olika substanser.

I figurer 2.16 och 2.17 presenteras spridningen av undersökningar av njurar för barn.



Figur 2.16. Spridning av administrerad aktivitet för njurens morfologi, ^{99m}Tc -DMSA för barn för 1999 till 2021.



Figur 2.17. Spridning av administrerad aktivitet för undersökning av njurens funktion, ^{99m}Tc -MAG3, för 1999 till 2021.

För båda dessa undersökningar har administrerad aktivitet endast ändrats marginellt. Det finns en viss minskning av spridningen mellan vårdinrättningar.

3. Diagnostiska referensnivåer

Diagnostiska referensnivåer infördes i nationell reglering år 2002. Avsikten är att dessa referensnivåer ska vara ett verktyg i optimeringsarbetet. Referensnivåerna har i stort legat konstant under perioden. Den diagnostiska referensnivån är det värde som fastställts i regleringen och därefter ska vårdgivaren bestämma en diagnostisk standardnivå för respektive undersökning. I detta avsnitt presenteras aktuella rapporterade diagnostiska standardnivåer och förslag på reviderade värden för de diagnostiska referensnivåerna. Dessutom redovisas förslag på undersökningar som kan inkluderas eller exkluderas ur

systemet. I slutet presenteras förslag på diagnostiska referensnivåer för datortomografi då dessa används för s.k. hybridundersökningar.

3.1. Diagnostiska referensnivåer och förslag på revision

Tabell 3.1 visar undersökningar där en diagnostisk referensnivå finns fastställd. Enskilda vårdinrättningar ska, om de utför mer än 50 undersökningar av en viss typ, bestämma s.k. diagnostiska standardnivåer som utgörs av medianvärdet för en grupp patienter om minst 20 stycken. Diagnostiska standardnivåer, tillsammans med ytterligare data, har sedan 2019 rapporteras till SSM och värden från denna rapportering till och med 12 juli 2022 används i denna studie. Aktuella standardnivåer finns sammanställda i tabell 3.1 där spridningen finns angiven (median, 3:e kvartilen, min och max). I tabellen anges ett förslag på nya diagnostiska referensnivåer efter värdet på 3:e kvartilen i fördelningen.

Tabell 3.1. Rapporterade diagnostiska standardnivåer och förslag på nya diagnostiska referensnivåer. Medianvärde, 3:e kvartil (Q3), minsta (min) och högsta (max) värden anges.

| Undersökning (Socialstyrelsens åtgärdskod) | Nuklid | Läkemedel/ aktiv substans | Antal vårdinrätt ningar | Median (Q3) (min – max) | Nya (nuvarande) DRN * |
|---|-------------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Hjärna (7111) | ¹²³ I | β-CIT/ FP-CIT | 11 | 186 (192) (158–197) | 200 (200) MBq |
| Cerebralt blodflöde (7112) | ^{99m} Tc | HMPAO | 5 | 979 (978) (716–987) | - (1000) MBq |
| Myokardperfusion i vila, tvådagarsprotokoll (7211) | ^{99m} Tc | Tetrofosmin, sestamibi | 25 | 5,8 (7,2) (3,3–8,2) | 7,5 (8,5) MBq/kg kroppsvikt |
| Myokardperfusion i arbete, tvådagarsprotokoll (7212) | ^{99m} Tc | Tetrofosmin, sestamibi | 25 | 5,7 (6,4) (3,2–8,5) | 6,5 (8,5) MBq/kg kroppsvikt |
| Myokardperfusion i arbete och vila, endagsprotokoll (7211+7212) | ^{99m} Tc | Tetrofosmin, sestamibi | 3 | 10 (12,6) (3,8–15) | - (17) MBq/kg kroppsvikt |
| Hjärtkammarmfunktion (722X) | ^{99m} Tc | Inmärkta erythrocyter (RBC) | 3 | 8,6 (8,9) (8,5–9,1) | - (9,5) MBq/kg kroppsvikt |
| Lunga, perfusion (7311) | ^{99m} Tc | MAA | 21 | 1,7 (1,9) (0,7–2,8) | 2 (2) MBq/kg kroppsvikt |
| Tyreoideascintigrafi (7361) | ^{99m} Tc | Perteknetat | 24 | 102 (116) (70–151) | 120 (120) MBq |
| Paratyreoidea (7370) | ^{99m} Tc | Sestamibi | 13 | 7,0 (7,5) (4,2–10) | 7,5 (10) MBq/kg kroppsvikt |
| Renografi (7515) | ^{99m} Tc | Mertiatid (MAG3, NephroMAG) | 21 | 12 (1,4) (1,0–1,5) | 1,5 (1,5) MBq/kg kroppsvikt |
| Skelett (761X) | ^{99m} Tc | Difosfonat (HDP, DPD) | 26 | 7,1 (7,3) (6,3–8,6) | 7,5 (8,5) MBq/kg kroppsvikt |
| Tumörlokalisering (7X92) | ¹⁸ F | FDG | 15 | 3,0 (4,0) (3,0–4,0) | 4,0 (4,5) MBq/kg kroppsvikt |

* Avser den faktiska aktivitet som administrerats till patienten, dvs. skillnaden mellan aktivitet uppmätt i spruta före respektive efter injektion

Det kan finnas anledning att fastställa diagnostiska standardnivåer för nya typer av undersökningar som ökat i antal. Förslag på sådana nya typer av undersökningar finns

sammanställda i tabell 3.2. För dessa undersökningar har de årliga rapporterade värdena (isotopstatistiken) nyttjats för att ta fram ett förslag på diagnostisk referensnivå.

Tabell 3.2. Förslag på nya diagnostiska referensnivåer. I tabellen anges antal vårdinrättningar, antal undersökningar och fördelningen av angiven administrerad aktivitet.

| Undersökning Socialstyrelsens åtgärdskod | Nuklid | Läkemedel/ aktiv substans | Antal vårdinrättningar | Antal undersökningar | Median (Q3) (min – max) | DRN – aktivitet |
|---|------------------|------------------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------|
| Hjärna (7112) | ¹⁸ F | FDG | 7 | 1 053 | 198 (210) (152–231) | 210 MBq |
| Tumörlokalisering (7X92) | ¹⁸ F | PSMA | 5 | 1 566 | 4,2 (4,8) (3,6–4,9) | 4,8 MBq/kg |
| Tumörlokalisering (7X92) | ⁶⁸ Ga | Dotatoc | 8 | 2 166 | 1,9 (2,0) (1,5–2,4) | 2,0 MBq/kg |
| Tumörlokalisering (7X92) | ⁶⁸ Ga | PSMA | 5 | 675 | 2,5 (2,6) (2,1–2,7) | 2,6 MBq/kg |

Det finns några undersökningar som kan vara aktuella att exkludera från systemet med diagnostiska referensnivåer eftersom frekvensen är låg. Förslag på dessa är sammanställda i tabell 3.3.

Tabell 3.3. Förslag på att exkludera diagnostiska referensnivåer då dessa utförs i begränsad omfattning. I tabellen anges antal vårdinrättningar, antal undersökningar och fördelningen av angiven administrerad aktivitet som angivits i den årliga rapporteringen för 2021.

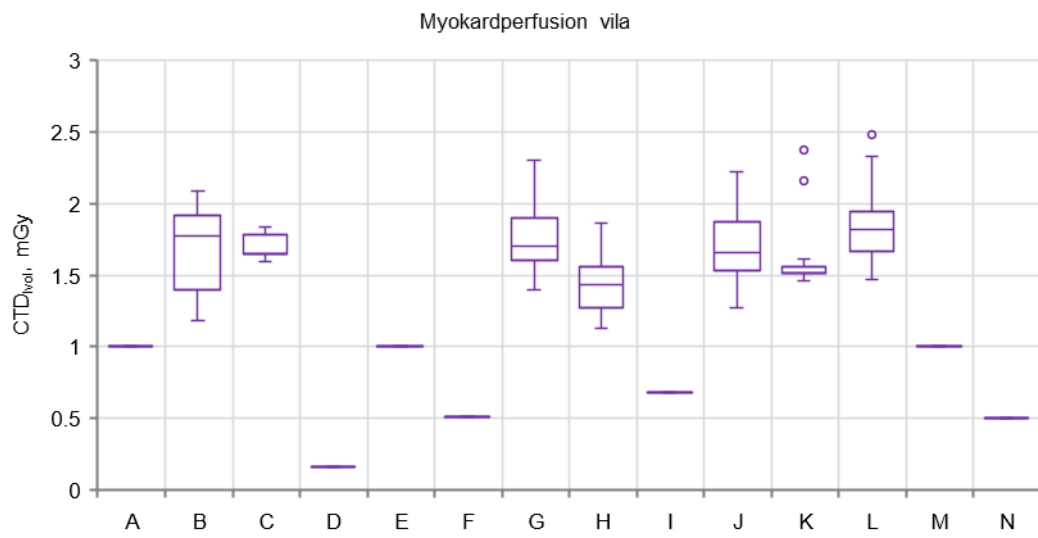
| Undersökning (Socialstyrelsens åtgärdskod) | Isotop | Läkemedel/ aktiv substans | Antal Vårdinrättningar | Antal Undersökningar * | Median (Q3) (min – max) | DRN – aktivitet |
|--|-------------------|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------|
| Cerebralt blodflöde (7112) | ^{99m} Tc | HMPAO | 5 | 153 | 979 (978) (716–987) | 1000 MBq |
| Myokardperfusion i arbete och vila, endagsprotokoll (7211+7212) | ^{99m} Tc | Tetrofosmin, sestamibi | 3 | 891 | 10 (12,6) (3,8–15) | 17 MBq/kg |
| Hjärtkammarmfunktion (722X) | ^{99m} Tc | Inmärkta erythrocyter (RBC) | 3 | 289 | 8,6 (8,9) (8,5–9,1) | 9,5 MBq/kg |

*Totalt antal undersökningar 2021

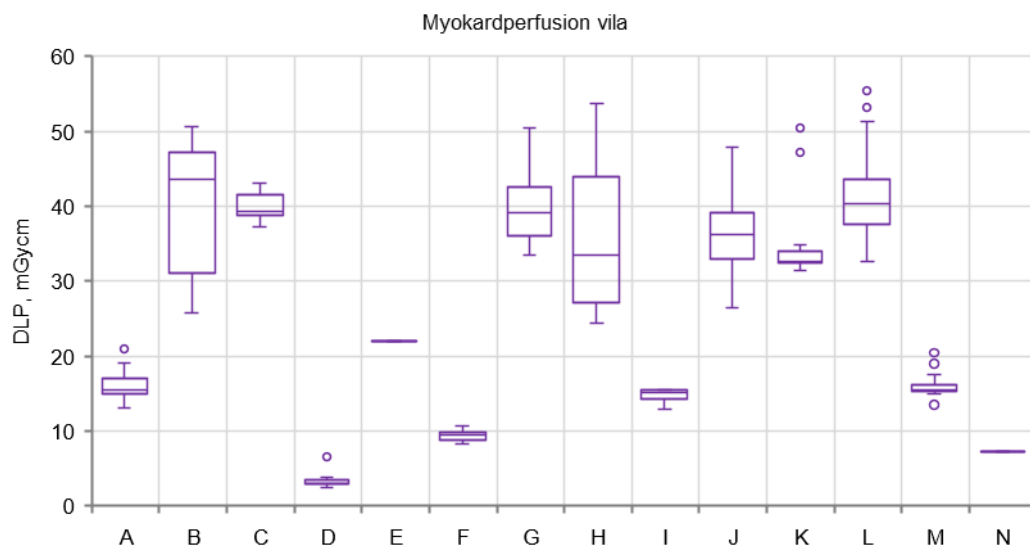
3.2. Förutsättningar för diagnostiska referensnivåer för datortomografi

Diagnostiska referensnivåer har inte fastställts för datortomografiundersökningar som utförs i kombination med en nuklearmedicinsk undersökning (PET eller SPECT), s.k. hybridundersökningar. Vid datortomografiundersökningar finns normalt referensnivåer uttryckta i storheten CTDI_{vol} och dos-längd-produkten (DLP) som anges av röntgenutrustningen. Dator-tomografidelen vid en kombinerad undersökning kan användas med olika syften: attenueringskorrektur, för lokalisering av upptag eller för fullständig röntgendiagnostik. En försvårande faktor vid analysen är att detta syfte inte efterfrågades vid rapporteringen. I de följande figurerna redovisas rapporterade CTDI_{vol} och DLP för vissa hybridundersökningar.

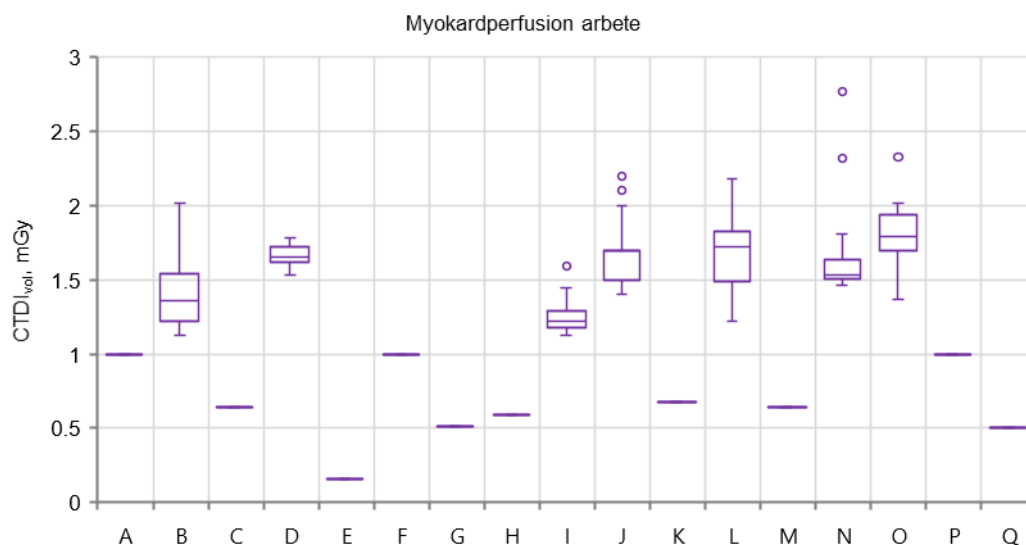
I figurer 3.1 – 3.4 visas CTDI_{vol} och DLP för myokardperfusion i vila respektive arbete.



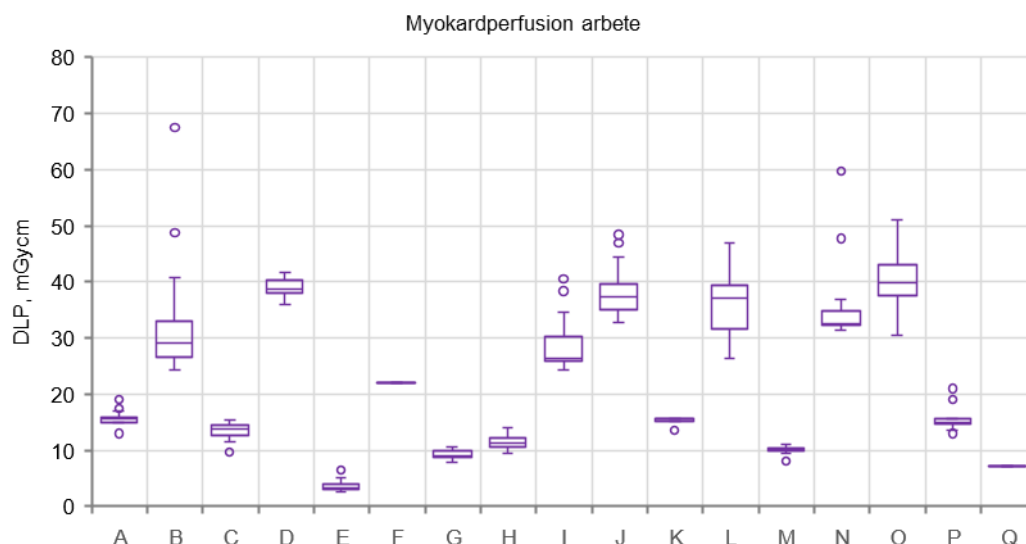
Figur 3.1. Spridning för respektive vårdinrättning (A-N) av rapporterade värden för CTD_{vol} för myokardperfusion i vila.



Figur 3.2. Spridning för respektive vårdinrättning (A-N) av rapporterade DLP för myokardperfusion i vila.



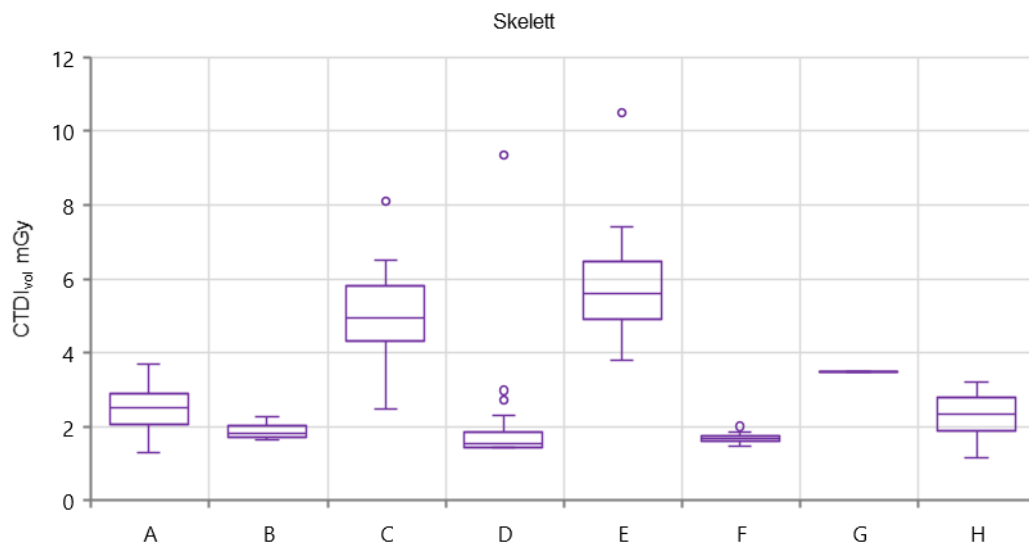
Figur 3.3. Spridning för respektive vårdinrättning (A-Q) av rapporterade värden för $CTDI_{vol}$ för myokardperfusion i arbete.



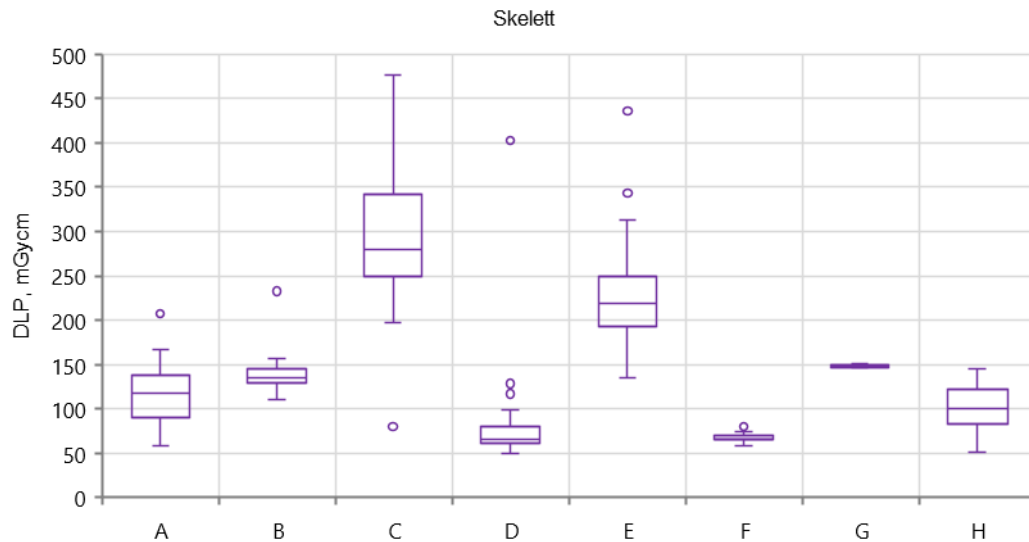
Figur 3.4. Spridning för respektive vårdinrättning (A-Q) av värden för DLP för myokardperfusion i arbete.

Det finns tydligt två grupperingar som med stor sannolikhet korrelerar med syftet med användning av datortomografiundersökningen. En grupp använder datortomografi troligen för attenueringskorrektion. De låga värden för $CTDI_{vol}$, som i princip inte uppvisar någon spridning, indikerar att exponeringsautomatik inte används. En liten spridning för DLP för en vårdinrättning indikerar att en standardvolym för alla patienter används vid datortomografiundersökningen. De andra, lite högre värden, uppvisar betydligt större variation för både $CTDI_{vol}$ och DLP. Detta indikerar att användningen skiljer sig från den andra gruppen och att syftet troligen är lokalisering av organ.

I figur 3.5 och 3.6 finns $CTDI_{vol}$ och DLP för skelettundersökningar.



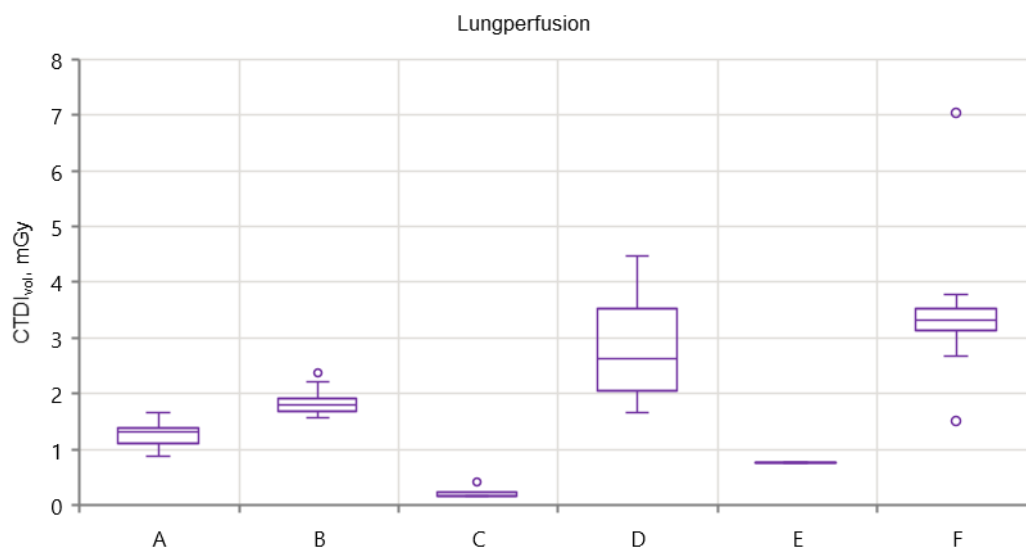
Figur 3.5. Spridning för respektive vårdinrättning (A-H) av rapporterade värden för CTDI_{vol} för skelettundersökningar.



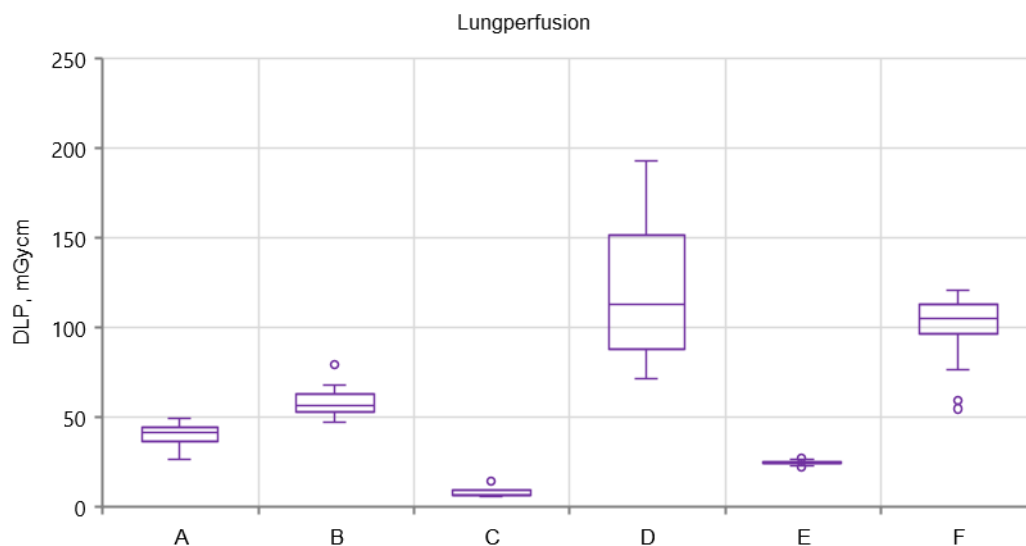
Figur 3.6. Spridning för respektive vårdinrättning (A-H) av rapporterade värden för DLP för skelettundersökningar.

Även för skelettundersökningar skiljer sig användningen, sex av de åtta vårdinrättningar rapporterar värden som indikerar att exponeringsautomatik används vilket tyder på att datortomografin inte används för enbart attenueringskorrektion.

I figur 3.7 och 3.8 redovisar CTDI_{vol} och DLP för lungperfusionsundersökningar.



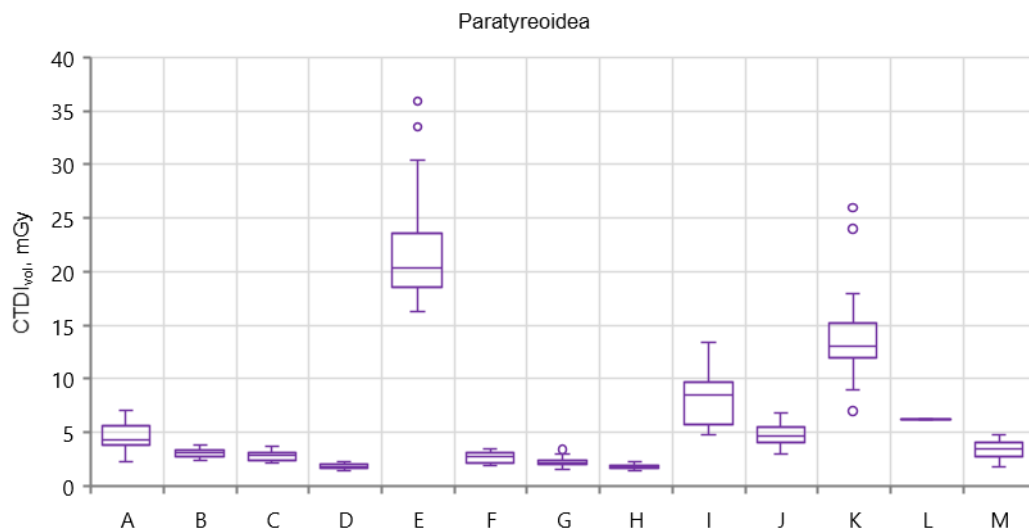
Figur 3.7. Spridning för respektive vårdinrättning (A-F) av rapporterade värden för CTDI_{vol} för lungperfusionsundersökningar.



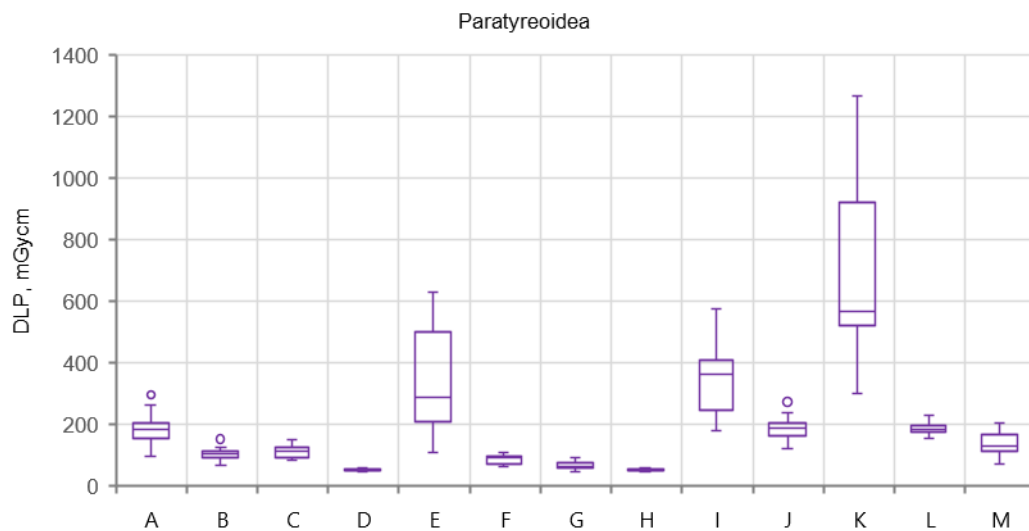
Figur 3.8. Spridning för respektive vårdinrättning (A-F) av rapporterade DLP för lungperfusionsundersökningar.

En eller två vårdinrättningar (D och F) använder troligen datortomografer i annat syfte jämfört med övriga eftersom spridningen både i CTDI_{vol} och DLP varierar.

I figur 3.9 och 3.10 finns CTDI_{vol} och DLP för undersökningar av paratyreoideaundersökningar.



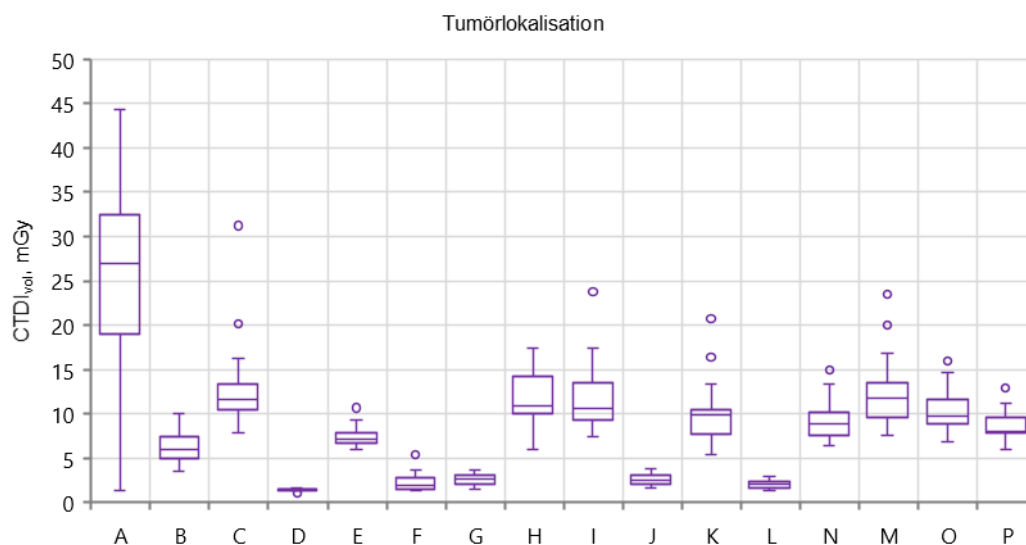
Figur 3.9. Spridning för respektive vårdinrättning (A-M) av rapporterade värden för CTDI_{vol} för paratyreoideaundersökningar.



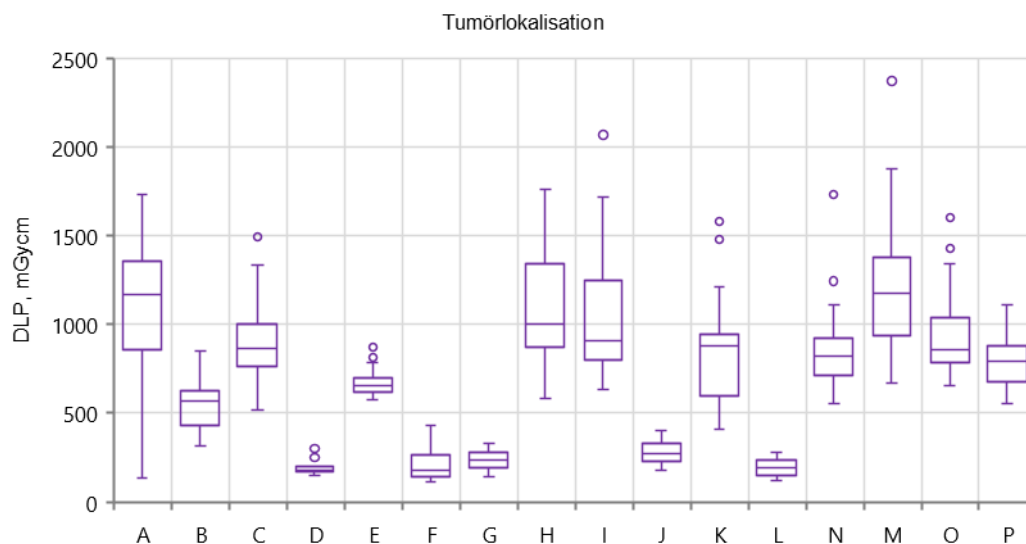
Figur 3.10. Spridning för respektive vårdinrättning (A-M) av rapporterade värden för DLP för paratyreoideaundersökningar.

För denna undersökning är det tre vårdinrättningar (E, I och K) som rapporterar betydligt högre värden än de andra 10.

I figur 3.11 och 3.12 anges CTDI_{vol} och DLP för tumörlokalisering med ¹⁸F-FDG.



Figur 3.11. Spridning för respektive vårdinrättning (A-P) av rapporterade värden för CTDI_{vol} för tumörlokalisering med ¹⁸F-FDG.



Figur 3.12. Spridning för respektive vårdinrättning (A-P) av rapporterade värden för DLP för tumörlokalisering ¹⁸F-FDG.

Sammanställningen tyder på att det är fler som använder datortomografi på ett mer avancerat sätt vid PET/DT. Nivån på både CTDI_{vol} och DLP för vissa vårdinrättningar liknar de som kan ses för diagnostiska undersökningar med datortomografi inom röntgenverksamhet. Om så är fallet kan det vara så att en diagnostisk referensnivå redan finns fastställd för denna typ av diagnostiska röntgenundersökningar.

3.3. Möjliga referensnivåer för datortomografi

För många SPECT/CT och PET/DT undersökningar finns få rapporterade värden för datortomografi och det kan vara svårt att utifrån detta underlag ta fram referensnivåer. I rapporteringen anges i stort sett aldrig i vilket syfte datortomografidelen gjordes. Det är

tänkbart att den används för attenueringskorrektion, vilket borde medföra låga värden jämfört med annan användning. Lokalisation är ett annat användningsområde. En tredje möjlig användning är att en undersökning med diagnostisk kvalitet görs i samband med den nuklearmedicinska undersökningen. Trots dessa typer av osäkerheter har förslag på diagnostiska referensnivåer tagits fram med hjälp av två referenser. De publicerade föreslagna nordiska referensnivåerna⁴ och europeiska referensnivåerna⁵ samt de värden som erhöles från den nationella rapporteringen. Förslaget och värden från referenserna sammanfattas i tabell 3.4.

Tabell 3.4. Förslag på diagnostiska referensnivåer, CTDI_{vol} och DLP, denna studie * och respektive referens se fotnot nedan. Separata värden för attenuering (A) respektive lokalisation (L) anges. För PET/DT vid onkologiska undersökningar bör sannolikt DRN också fastställas för undersökningar där avsikten är full diagnostisk information (D).

| | Ref. | Syfte | DRN (75%) | | Median (50%) | |
|-------------------------------|------|-------|---------------------|-----|---------------------|-----|
| | | | CTDI _{vol} | DLP | CTDI _{vol} | DLP |
| SPECT/DT hjärta | * | A | 1,7 | 22 | 1,0 | 37 |
| | 4 | A | 2,2 | 53 | 1,6 | 35 |
| | 5 | A | 3,1 | 60 | 1,6 | 30 |
| SPECT/DT Lungor | * | L | 2,4 | 93 | 1,7 | 65 |
| | 4 | L | 2,9 | 117 | 2,5 | 89 |
| SPECT/DT skelett | * | L | 3,9 | 166 | 2,4 | 126 |
| | 4 | L | 4,0 | 215 | 2,0 | 108 |
| | 5 | L | 4,4 | 160 | 3,8 | 140 |
| SPECT/DT paratyreoidea | * | L | 6,3 | 186 | 3,4 | 128 |
| | 4 | L | 5,7 | 199 | 3,5 | 131 |
| | 5 | L | 4,4 | 160 | 3,8 | 140 |
| PET/DT onkologi | * | D | 10,5 | 886 | 9,4 | 855 |
| | * | L | 2,4 | 236 | 2,1 | 189 |
| | 4 | L | 2,9 | 310 | 2,6 | 258 |
| | 5 | A | 2,5 | 230 | 2,0 | 200 |
| | 5 | L | 6,3 | 580 | 4,3 | 380 |

⁴ Bebbington et al. A Nordic survey of CT doses in hybrid PET/CT and SPECT/CT examinations. EJNMMI Physics vol 6, No: 24 (2019)

⁵ Deliverable 2.10 "European DRLs for specific applications of CT in multi-modality systems", of the MEDIRAD Project. <http://www.medirad-project.eu/>

4. Nuklearmedicinska behandlingar

Nuklearmedicinska behandlingar utförs i 19 regioner. Flertalet regioner samlar behandlingar till en vårdinrättning. I Västra Götalandsregionen genomförs dock behandlingar på flera olika vårdinrättningar.

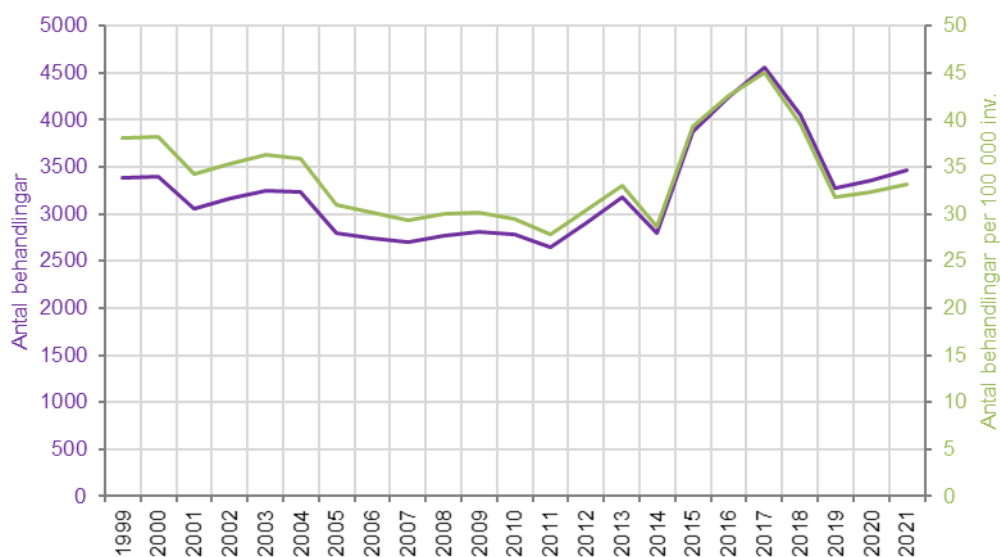
Tabell 4.1. Sammanfattning av verksamheter som utför nuklearmedicinska terapier i Sverige 2021. Polycytemiavera görs i mycket liten utsträckning och redovisas inte i tabellen men är en kategori i rapporteringen.

| Region | Behandlingar | | | |
|-------------------------------|--------------|----------------|--------------|--------|
| | Tyreotoxikos | Tyroideacancer | Palliationer | Övriga |
| Region Stockholm | ● | ● | ●● | ●● |
| Västra Götalandsregionen | ●●● | ● | ●●●● | ● |
| Region Skåne | ● | ● | ● | ● |
| Region Östergötland | ● | ● | ● | |
| Region Uppsala | ● | ● | ● | ● |
| Region Jönköpings län | ● | ● | ● | |
| Region Halland | ● | ● | ● | |
| Region Örebro län | ● | ● | ● | |
| Region Sörmland | ● | ● | ● | |
| Region Dalarna | ● | ● | ● | |
| Region Gävleborg | ● | ● | ● | |
| Region Värmland | ● | ● | ● | |
| Region Västmanland | ● | ● | ● | |
| Region Västerbotten | ● | ● | ● | |
| Region Norrbotten | ● | ● | ● | |
| Region Kalmar län | ● | ● | ● | |
| Region Västernorrland | ● | ● | ● | |
| Region Kronoberg | ● | | ● | |
| Region Jämtland Härjedalen | ● | | ● | |

Totalt har 2 barn genomgått terapier under 2022. Båda var behandling med ^{177}Lu -octreotid. Under aktuell period har antalet behandlingar varit mindre än 10 per år med ett medianvärde på 4 stycken. De flesta behandlingar har tidigare gällt behandlingar med ^{131}I -MIGB eller natriumjodid.

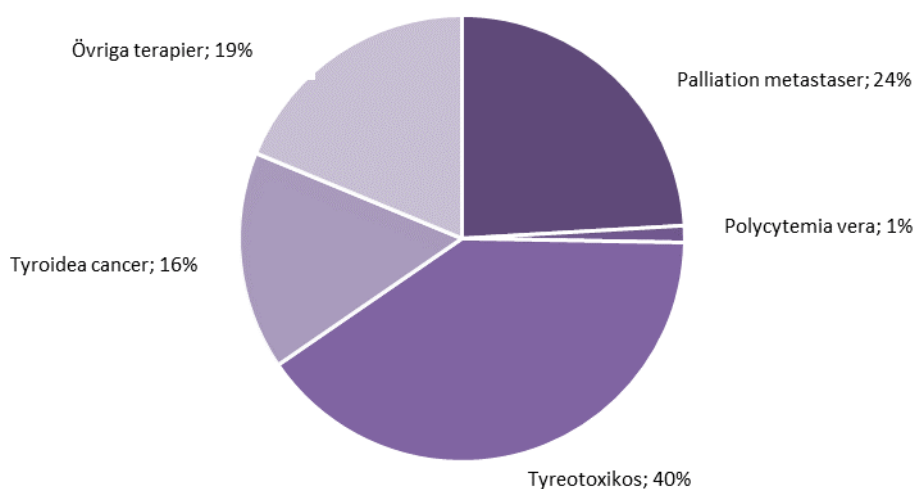
4.1. Antal behandlingar

Antalet behandlingar och antalet per 100 000 invånare visas i figur 4.1. Fram till 2012 fanns en nedåtgående trend. Under tre år, 2015 till 2018, syns en markant ökning. Därefter återgår den i nivå med perioden före.



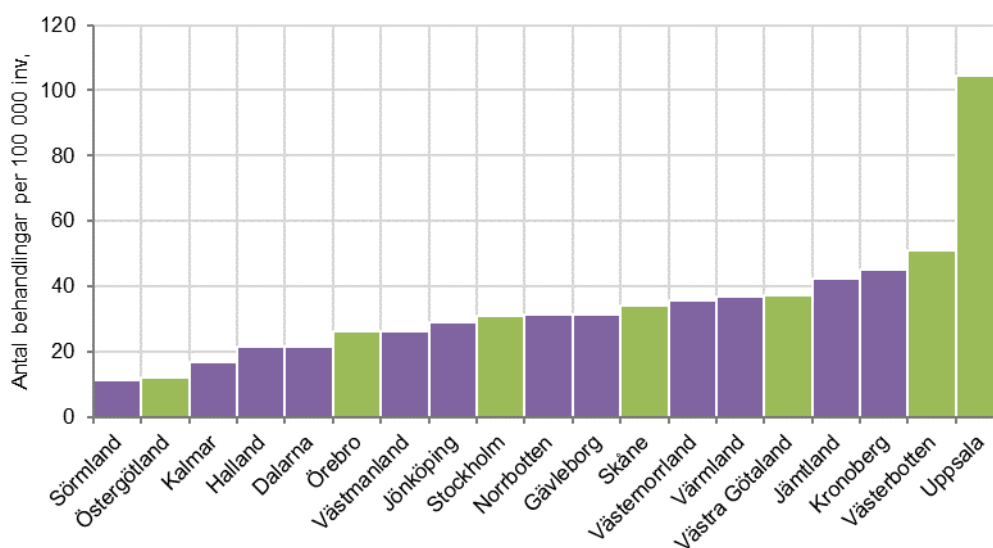
Figur 4.1 Antal terapier och antal terapier per 100 000 invånare.

Behandlingar delas upp i olika grupperingar: tyreotoxikos, tyreoidacancer, palliationer av metastaser, polycytemia vera samt övriga terapier. I figur 4.2 redovisas fördelningen mellan dessa grupper under 2021.



Figur 4.2 Andel terapier i grupperingen som används vid rapporteringen.

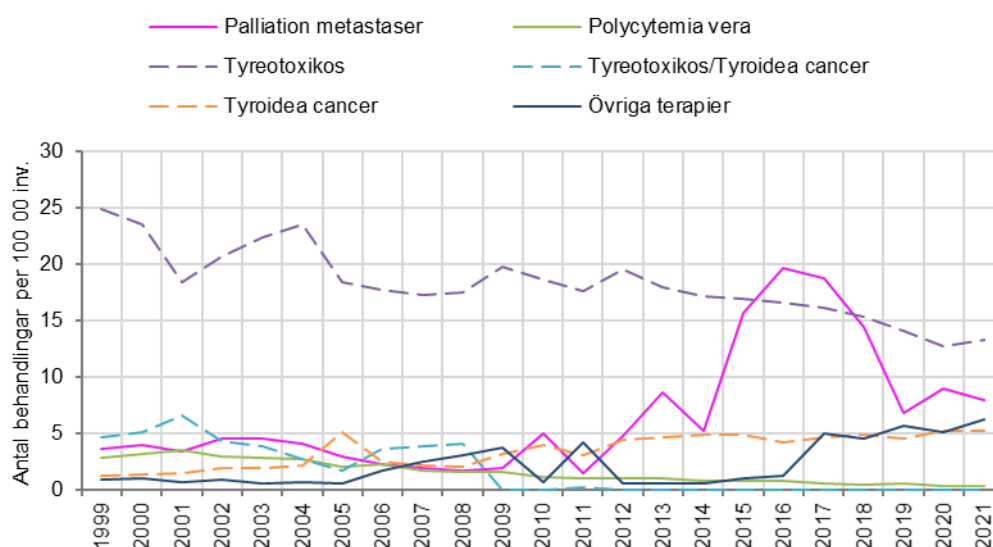
Nästan hälften av behandlingarna utgörs av tyreotoxikosbehandling. Palliationer av metastaser utgör nu den andra största gruppen. Rapporterade antal behandlingar per 100 000 i regioner redovisas i figur 4.3.



Figur 4.3. Antal nuklearmedicinska behandlingar per 100 000 invånare i regionerna år 2021. De gröna staplarna är regioner med universitetssjukhus.

Över tid har denna fördelning mellan regioner varierat och det finns inget som tyder på att regioner med universitetssjukhus generellt genomför fler behandlingar. Det ska påpekas att rapporteringen gäller antal behandlingar och inte antal patienter. Flera av de nyare behandlingarna ges i flera fraktioner.

I figur 4.4 visas antal behandlingar under perioden 1999–2021, antalet är normerat per 100 000 invånare. Palliationer av metastaser var som störst under 2015–2018 och utgjorde alltså hela den ökning som också kan ses i figur 4.1. Övriga behandlingar ligger i stort på samma nivå eller minskar något. Gruppen övriga terapier ökar dock något under de sista 5 åren.



Figur 4.4. Antal behandlingar per 100 000 invånare under perioden 1999 – 2021.

Den markanta ökningen under 2015–2018 utgörs alltså av ^{223}Ra -diklorid för behandling av kastrationsresistent prostatacancer. Dessa terapier halverades 2019 och ligger nu runt 1 000.

Denna behandling upprepas för en patient och den markanta ökningen kan troligen delvis förklaras av att antal behandlingar rapporteras och inte antal patienter. Sedan 2017 har ¹⁷⁷Lu-introducerats och under 2021 rapporterades 500 sådana terapier. ¹⁷⁷Lu-octreotid har rapporterats i både gruppen ”övriga terapier” och ”palliationer metastaser” vilket kan ge en något felaktig bild av det totala antalet i respektive grupp. ¹⁷⁷Lu-PSMA började rapporteras 2019. Detta läkemedel används för samma patientgrupp som ²²³Ra-diklorid. Dessa två läkemedel har rapporterats i både grupp ”övriga terapier” och ”palliation metastaser” även om båda är palliativa behandlingar av prostatacancer. Dessa typer av behandlingar ges i flera fraktioner vilket kan resultera i stora skillnader i antal behandlingar mellan vårdinrättningar. Antalet behandlingar motsvarar alltså inte antal patienter som behandlas.

Antalet terapier under 2021 fördelade mellan regioner och organgrupper redovisas i tabell 4.2. Antalet behandlingar per 100 000 invånare i regionerna varierar avsevärt. Majoriteten ligger mellan 20 och 40 behandlingar per 100 000 invånare och för dessa regioner har antalet inte förändrats markant över perioden. Antalet behandling över tid varierar i olika grad för de olika regionerna men någon allmän tendens är svår att se.

Tabell 4.2. Antal terapier per 100 000 invånare rapporterade för 2021. De för varje grupp relativt höga värden markeras med violett och relativt låga värden med grönt.

| Region | Palliationer | Polycytemia vera | Tyreotoxikos | Tyroidea ca | Övriga | Totalt |
|----------------------------|--------------|------------------|--------------|-------------|--------|--------|
| Region Stockholm | 6,6 | 0,1 | 12,8 | 5,6 | 5,8 | 30,9 |
| Region Uppsala | 2,3 | 1,3 | 11,4 | 9,4 | 80,2 | 104,5 |
| Region Sörmland | 1,3 | 0,0 | 8,6 | 1,3 | 0,0 | 11,3 |
| Region Östergötland | 0,4 | 0,2 | 6,8 | 4,7 | 0,0 | 12,1 |
| Region Jönköpings län | 1,1 | 0,5 | 25,4 | 2,2 | 0,0 | 29,2 |
| Region Kronoberg | 7,4 | 3,4 | 34,4 | 0,0 | 0,0 | 45,3 |
| Region Kalmar län | 5,3 | 0,0 | 11,7 | 0,0 | 0,0 | 17,0 |
| Region Skåne | 6,8 | 0,7 | 14,8 | 6,6 | 5,1 | 34,0 |
| Region Halland | 9,4 | 0,0 | 10,9 | 1,2 | 0,0 | 21,5 |
| Västra Götalandsregionen | 12,8 | 0,3 | 10,7 | 6,5 | 6,9 | 37,3 |
| Region Värmland | 18,7 | 0,4 | 14,8 | 2,8 | 0,0 | 36,7 |
| Region Örebro län | 7,8 | 0,7 | 12,7 | 4,9 | 0,0 | 26,1 |
| Region Västmanland | 11,5 | 1,8 | 10,4 | 2,5 | 0,0 | 26,2 |
| Region Dalarna | 7,3 | 0,0 | 10,1 | 4,2 | 0,0 | 21,5 |
| Region Gävleborg | 8,3 | 0,3 | 18,1 | 4,5 | 0,0 | 31,3 |
| Region Västernorrland | 13,9 | 0,0 | 18,8 | 2,9 | 0,0 | 35,6 |
| Region Jämtland Härjedalen | 17,4 | 0,0 | 21,2 | 3,8 | 0,0 | 42,5 |
| Region Västerbotten | 13,8 | 0,0 | 14,2 | 22,9 | 0,0 | 51,0 |
| Region Norrbotten | 11,2 | 0,0 | 20,0 | 0,0 | 0,0 | 31,2 |

Region Uppsalas högre värde för övriga terapier utgörs av behandlingar med ¹⁷⁷Lu-dotatate. Andra regioner ligger dock relativt högt för andra enskilda behandlingar, t.ex. tyreoideacancer behandlingar med ¹³¹I-natriumklorid i Region Västerbotten. Behandlingar i gruppen övriga i rapporteringen görs enbart i de tre största regionerna och utgörs av nya behandlingar med ¹⁷⁷Lu-läkemedel som i några fall är under utveckling.

I tabell 4.3 presenteras de fem vanligaste behandlingarna under 2021.

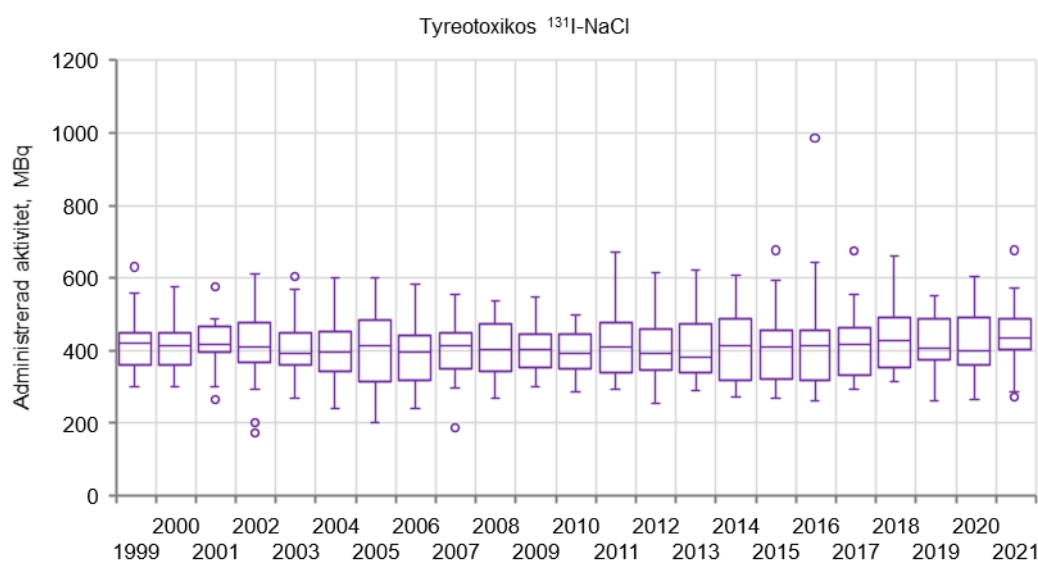
Tabell 4.3. De fem vanligaste behandlingarna rapporterade för 2021.

| Behandling | Antal | Andel % | Notering |
|---|-------|---------|--|
| Tyreotoxikos, ¹³¹ I-natriumjodid | 1 389 | 40 | |
| Palliation metastaser, ²²³ Ra-diklorid | 831 | 24 | |
| Tyreoidacancer, ¹³¹ I-natriumjodid | 547 | 16 | :varav 381 med och 166 utan upptagsmätning |
| Övriga terapier, ¹⁷⁷ Lu-octreotid | 316 | 9 | |
| Övriga terapier, ¹⁷⁷ Lu-dotatate | 301 | 9 | |
| Totalt | 3 384 | 98 | |

Dessa fem behandlingar utgör alltså 98 procent av alla behandlingar.

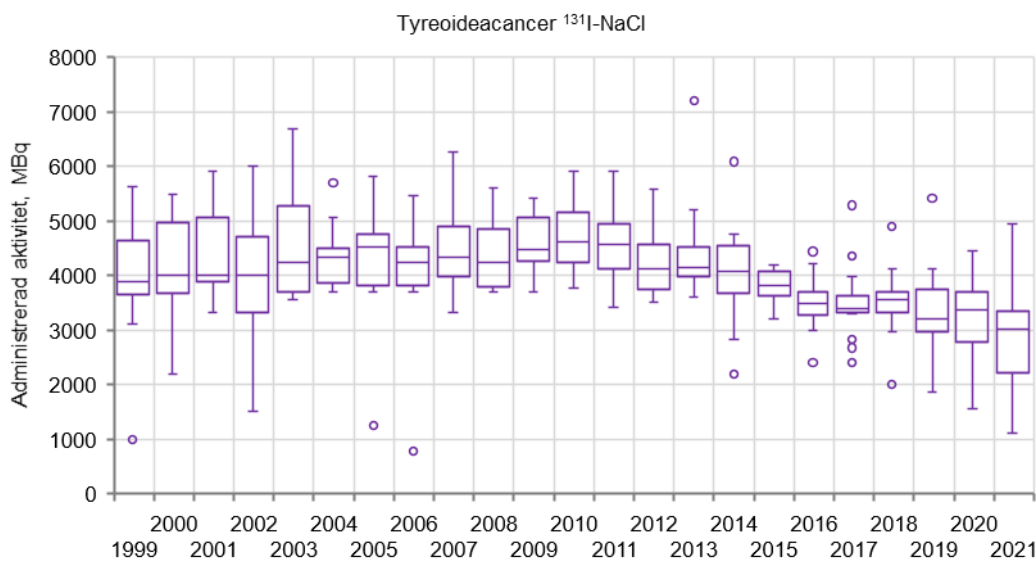
4.2. Administrerad aktivitet

Administrerad aktivitet och hur den varierar över tid har sammanställts för de vanligaste behandlingarna. I figur 4.5 och 4.6 sammanställs behandlingar med ¹³¹I-natriumklorid.



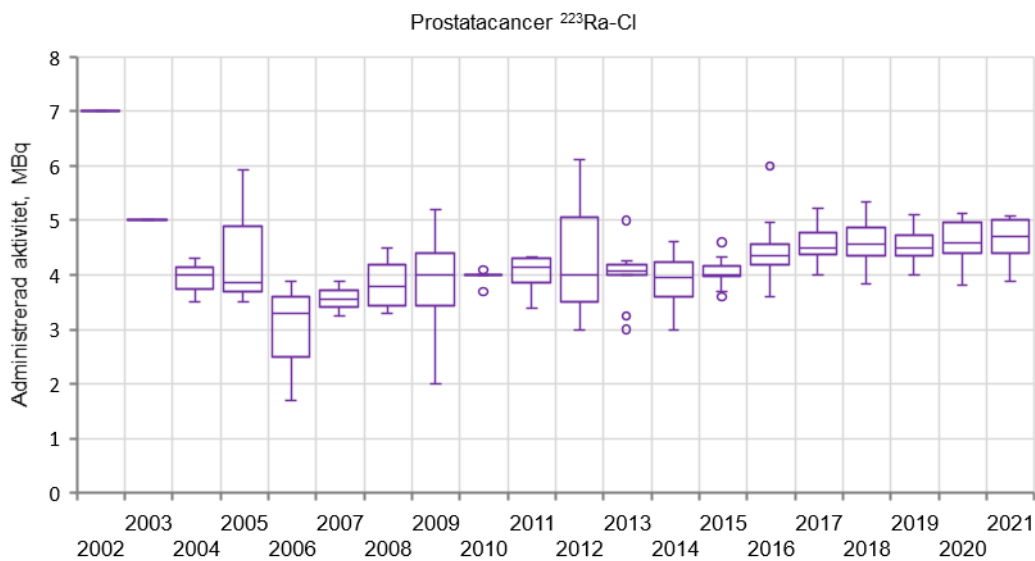
Figur 4.5. Medelvärde av administrerad aktivitet vid tyreotoxikos med ¹³¹I-natriumklorid under perioden 1999-2021.

Medelvärdet av administrerad aktivitet vid tyreotoxikos ligger runt 400 MBq.



Figur 4.6. Medelvärde av administrerad aktivitet för behandling av tyreoideacancer med ¹³¹I-natriumklorid under perioden 1999 till 2021.

Rapporterad administrerad aktivitet per behandling har sjunkit från runt 4 GBq till 3 GBq. Detta kan bero på att en ny grupp patienter introducerats som bedömts vara s.k. lågriskpatienter och som efter kirurgi får en behandling med lägre aktivitet, 1,8 GBq, jämfört med övriga patienter i denna grupp.



Figur 3.8. Medelvärde av administrerad aktivitet för palliativa behandlingar av metastaser vid prostatacancer med ²²³Ra-diklorid under perioden 1999 till 2021.

De första åren varierar rapporterad administrerad aktivitet av ²²³Ra-diklorid, därefter ligger den relativt konstant runt 4 MBq men de senaste 5 åren har den ökat något. Administrationen sker efter patientens vikt vilket i kombination med det förhållandevis låga antalet kan medföra att medelvärdet varierar mellan år. Det är också troligt att det i tidsperiodens början pågick kliniska studier där olika behandlingsregimer testades.

Idag är det fyra sjukhus som rapporterar data för ^{177}Lu -behandlingar, den första vårdinrättningen har rapporterat data sedan 2005, då gällde det behandlingar med ^{177}Lu -octreotid. På senare år har en annan substans börjat registreras, ^{177}Lu -dotatate. Medianvärdet av administrerad aktivitet ligger på cirka 7400 MBq för båda substanserna.

5. Sammanfattning

Denna rapport omfattar en kartläggning och analys av rapporterade uppgifter om nuklear-medicinska undersökningar och behandlingar med avsikten att upptäcka trender över tid och eventuella skillnader mellan olika vårdinrättningar och regioner. Dessutom sammanställs aktuella diagnostiska standardnivåer och förutsättningar för att revidera de nationella diagnostiska referensnivåerna. Diagnostiska referensnivåer för datortomografi vid hybridundersökningar diskuteras också.

Studien har vissa begränsningar. Den bygger på rapporterade data där det kan finnas felaktigheter i rapporteringen. Grupperingen av undersökningar och behandlingar verkar inte heller optimal då många av de nya undersökningarna eller behandlingar inte självklart hamnar i en viss bestämd grupp. Detta blir särskilt tydligt för undersökningar som tumörlokalisering och andra onkologiska frågeställningar där vårdinrättningarna rapporterar samma undersökning i olika grupper. Uppföljning och jämförelser kan förenklas genom att en mer enhetlig nomenklatur används och att instruktioner för rapportering förtydligas.

Rapporterade data indikerar att antalet undersökningar per år ligger på en relativt konstant nivå. Om antal undersökningar normeras för totala antalet invånare observeras en minskning. Vissa undersökningstyper har dock ökat markant. Dessa består i stort av positronemissionsundersökningar (PET-undersökningar) där ökningen har pågått under de senaste 15 åren. Undersökningar av barn består i stort av undersökningar av njurar och ligger på en konstant nivå.

Antalet undersökningar per invånare varierar mellan regionerna och ligger mellan 500 och 2000 undersökningar per 100 000 invånare. Det är företrädesvis regioner med universitetssjukhus som ligger högst. Fördelningen mellan undersökningar varierar också men det är svårt att se några systematiska skillnader förutom att PET-undersökningar görs i störst utsträckning på universitetssjukhusen.

Administrerad aktivitet har för de studerade undersökningarna marginellt förändrats under de drygt 20 år som omfattas av denna studie. Detta indikerar att varken diagnostiska referensnivåer eller nya typer av utrustning har påverkat administrerad aktivitet, och därmed stråldosen, till patienterna.

Med utgångspunkt från fördelningen av rapporterade diagnostiska standarddoser har förslag på reviderade diagnostiska referensnivåer tagits fram. I rapporten finns förslag på att referensnivån sänks för fem undersökningar: myokardperfusion i vila respektive arbete, paratyreoidea, skelett och tumörlokalisering med ^{18}F -FDG. Tre undersökningar föreslås utgå från systemet med diagnostiska referensnivåer: cerebralt blodflöde, myokardperfusion i arbete och vila (endagsprotokoll) och hjärtkammarfunktion. Fyra nya undersökningar föreslås inkluderas: undersökning av hjärna med ^{18}F -FDG samt tumörlokalisering med ^{18}F -PSMA, ^{68}Ga -dotatoc och ^{68}Ga -PSMA.

I rapporten finns också förslag på diagnostiska referensnivåer för användning av datortomografi vid s.k. hybridundersökningar. Dessa referensnivåer följer samma principer som det system som används för datortomografi inom röntgenverksamhet, dvs. ett referensvärde för $CTDI_{vol}$ och ett värde för dos-längd-produkt (DLP). De förslag som ges kan behöva justeras eftersom information om syftet med användningen av datortomografiundersökningen inte rapporteras. Syftet med undersökningen bör rapporteras så att en ny utvärdering kan göras.

Antalet rapporterade behandlingar varierar under den studerade perioden. Den vanligaste är behandlingen av tyreotoxikos med ^{131}I -natriumjodid. Denna behandling har minskat något under de senaste åren. Behandling av kastrationsresistent prostatacancer med ^{223}Ra -diklorid ökade markant i antal under åren 2015 till 2018 men verkar ha minskat under de senaste fyra åren. Behandlingar av tyreoidcancer med ^{131}I -natriumjodid som också är en av de tre vanligaste behandlingarna har ökat något under de senaste 10 åren. Behandlingar med ^{177}Lu -läkemedel har börjat utföras de senaste fem åren och det kan finnas intresse att följa denna utveckling.

Strålsäkerhetsmyndigheten har ett samlat ansvar för att samhället är strålsäkert. Vi arbetar för att uppnå strålsäkerhet inom en rad områden: kärnkraft, sjukvård samt kommersiella produkter och tjänster. Dessutom arbetar vi med skydd mot naturlig strålning och för att höja strålsäkerheten internationellt.

Myndigheten verkar pådrivande och förebyggande för att skydda människor och miljö från oönskade effekter av strålning, nu och i framtiden. Vi ger ut föreskrifter och kontrollerar genom tillsyn att de efterlevs, vi stödjer forskning, utbildar, informerar och ger råd. Verksamheter med strålning kräver i många fall tillstånd från myndigheten. Vi har krisberedskap dygnet runt för att kunna begränsa effekterna av olyckor med strålning och av avsiktlig spridning av radioaktiva ämnen.

Vi deltar i internationella samarbeten för att öka strålsäkerheten och finansierar projekt som syftar till att höja strålsäkerheten i vissa östeuropeiska länder.

Strålsäkerhetsmyndigheten sorterar under Miljödepartementet. Hos oss arbetar drygt 300 personer med kompetens inom teknik, naturvetenskap, beteendevetenskap, juridik, ekonomi och kommunikation. Myndigheten är certifierad inom kvalitet, miljö och arbetsmiljö.

Publikationer utgivna av Strålsäkerhetsmyndigheten kan laddas ned via stralsakerhetsmyndigheten.se eller beställas genom att skicka e-post till registrator@ssm.se om du vill ha broschyren i alternativt format, som punktskrift eller daisy.

Strålsäkerhetsmyndigheten
171 16 Stockholm
08-799 40 00
www.stralsakerhetsmyndigheten.se
registrator@ssm.se

©Strålsäkerhetsmyndigheten