

Tuula Janatuinen ja Jukka Kempainen

PET-kuvantamisen menetelmät yleistajuisesti

Positroniemissiotomografia (PET) on kliinisessä lääketieteessä nopeasti yleistynyt isotooppikuvausmenetelmä, joka antaa tarkkaa tietoa elimistön toiminnasta, aineenvaihdunnasta ja biologiasta lyhytikäisten säteilevien merkkiaineiden avulla. Nykyisin kaikki kuvaukset tehdään yhdistelmälaitteella, jossa PET-kuvauslaitteeseen on yhdistetty joko tietokonetomografia- (TT) tai magneettikuvauslaite (MK), joka antaa samanaikaisesti tarkan kuvan elimistön rakenteesta. Kliinisistä PET-TT-kuvauksista jopa yli kaksi kolmasosaa liittyy syöpätautien diagnostiikkaan ja hoitoon. Lisäksi PET-kuvantamista käytetään muun muassa infektioiden ja tulehduksellisten tilojen selvittelyssä sekä neurologisissa ja kardiologisissa aiheissa. PET-kuvantaminen vaatii onnistuakseen tarkkaa esivalmistelua, josta on laadittu kirjalliset ohjeet hoitohenkilökunnalle ja potilaille.

Positroniemissiotomografia eli PET-kuvantaminen on isotooppilääketieteen menetelmä, jossa laskimoon ruiskutettu säteilevä merkkiaine hakeutuu kohteeseen, minkä jälkeen PET-kamerassa sijaitseva detektorirengas havaitsee tämän säteilyn. PET-menetelmän hyödyntäminen kliinisessä lääketieteessä on lisääntynyt voimakkaasti 2000-luvun alun jälkeen, kun markkinoille tuli positroniemissiotomografian ja tietokonetomografian (PET-TT) yhdistelmälaitteita ja myöhemmin positroniemissiotomografia-magneettikuvaus (PET-MK) -laitteita. PET-TT-kuvauksia tehdään nykyisin kaikissa Suomen yliopistosairaaloissa ja myös osassa keskussairaaloita. Toistaiseksi ainoa PET-MK-laite on Turun yliopistollisen keskussairaalan PET-keskuksessa, jossa laite on hiljattain uusittu modernimpaan malliin. Paikallisen merkkiainetuotannon mahdollistava hiukkaskiihdytin on Suomessa kolmessa yliopistosairaalassa. Muissa sairaaloissa kuvaukset rajoittuvat kaupallisesti saatavilla olevien merkkiaineiden käyttöön.

Tekniikka

PET-kuvantamisessa käytetään positronisäteileviä isotooppeja. Positroni on elektronin vastahiukkanen. Positronisäteilevän nuklidin

hajotessa vapautunut positroni kohtaa nopeasti väliaineessa elektronin ja hajoaa kahdeksi vastakkaiseen suuntaan kulkeväksi gammakvantiksi. PET-kameran renkaassa olevat detektorit rekisteröivät näitä tapahtumia, ja niistä saadaan rekonstruoitua kolmiulotteinen volyymikuva merkkiaineen jakautumisesta kehossa. Moderneissa PET-kameroissa detektoritekniikka on digitaalista.

Isotooppikuvausten vahvuus on niiden monta kertaluokkaa suurempi herkkyys tautimuutosten havaitsemisessa TT- ja MK-tutkimuksiin



KUVA. Uuden sukupolven digitaalinen PET-TT, jossa TT-kuvauslaite edessä ja PET takana. GE Discovery MI, Turun yliopistollinen keskussairaala, PET-keskus.



TAULUKKO 1. Tyypillisimmät PET-kuvantamisessa käytetyt radionuklidit ja niiden puoliintumisajat

PET-kuvauksessa käytettävät nuklidit		
Hiili-11	¹¹ C	20 min
Happi-15	¹⁵ O	2 min
Fluori-18	¹⁸ F	109 min
Gallium-68	⁶⁸ Ga	68 min

verrattuna. PET-menetelmä on tavanomaista gammakuvausta vielä merkittävästi tarkempi ja herkempi. PET-menetelmän rajoituksena on kuitenkin TT- ja MK-kuvauksia heikompi paikkaerotuskyky. Kun TT- ja MK-tutkimuksissa pystytään löytämään jopa 1–2 mm:n rakennepoikkeavuuksia, PET-kameran resoluutio jää tällä hetkellä noin 2–4 millimetriin. Lisäksi pitkän PET-kuvauksen aikana elinten fysiologiset liikkeet (esimerkiksi hengitys, sydämen syke ja suoliston peristaltiikka) liikuttavat poikkeavia löydöksiä ja heikentävät tutkimuksen paikka-resoluutiota.

Keho vaimentaa kuvauslaitteen detektorille tulevaa säteilyä. Vaimennuskorjaus kuvausdataan voidaan nykyään tehdä TT- tai MK-tutkimusten anatomisista kuvista saatavan kudostiheyshinformatiosta perusteella.

Radioisotoopit

PET-kuvantamisessa käytettyjen radioisotooppien puoliintumisajat ovat varsin lyhyitä (**TAULUKKO 1**), joten potilaan saama säderasitus pysyy kohtuullisena. PET-kuvauksissa yleisimmin käytettyyn ¹⁸F-fluorodeoksiglukoosiin (FDG) liittyvä sädeannos on keskimäärin 5,3 mSv. Tämä on noin 60 % keskimääräisestä vartalon diagnostiseen TT-kuvaukseen liittyvästä säderasituksesta, joka on STUKin vuoden 2017 tilastojen mukaan 9 mSv (1). PET-merkkiaineet valmistetaan kuvauspäivän tutkimuksia varten ja puoliintumisaika vaikuttaa siihen, voidaan valmistettua radioisotooppia kuljettaa valmistuspaikasta pois ja kuinka pitkän matkan päähän käytettäväksi. Yleisimpiä PET-kuvantamisessa käytettyjä positronisäteileviä isotooppeja ovat ¹¹C, ¹⁵O ja ¹⁸F, jotka tuotetaan hiukkaskiihdyttimellä sekä generaattoripohjaisesti tuotettava ⁶⁸Ga. Yhdestä merkkiainesynteesistä saadaan yleensä kuvausannoksia useammalle

potilaalle. Pitkäikäisiä ¹⁸F-leimattuja merkkiaineita on mahdollista kuljettaa valmistuspaikasta toiseen kohteeseen käytettäväksi, ja niitä onkin Suomessa kaupallisesti saatavilla.

Säteilevällä isotoopilla leimattu merkkiaine voi olla elimistössä fysiologisesti esiintyvä molekyyli, tiettyyn reseptoriin tai solun pinnan molekyyliin kiinnittyvä valmiste tai aineenvaihduksen patologiseen kertymätuotteeseen sitoutuva aine. Yleisimmät kliinisessä käytössä ovat PET-merkkiaineet ja niiden käyttöaiheita on lueteltu **TAULUKOSSA 2**.

Fuusiokuvantaminen

PET-fuusiokuvantamisen tavoitteena on antaa lisätietoa taudin alkuperästä, pahanlaatuisuudesta, sijainnista, sopivimmasta näytteenotto-paikasta, levinneisyydestä, hoidon tehosta ja taudin uusiutumisen sekä auttaa valitsemaan sopiva ja oikea-aikainen hoito. PET-menetelmää hyödynnetään myös sädehoidon suunnittelussa, siten että suurimmat hoitoannokset kohdistetaan alueille, jossa on voimakkain aineenvaihdunta ja säästetään terveitä alueita turhalta sädekuormitukselta.

Kliinisestä PET-kuvantamisesta noin 60–70 % liittyy syöpäkuvauksiin (2). PET-menetelmä on tavanomaista anatomista kuvausta herkempi osoittamaan syöpäkudosta, koska syövän aiheuttamia aineenvaihdunnallisia muutoksia voidaan nähdä jopa ennen anatomisia muutoksia ja alueilla, joissa poikkeavuuksia ei ole osattu epäillä. Hoitojen jälkeiset jäännöskasvaimet ja arpikudos eivät tyypillisesti kerää merkkiainetta. Kuitenkin sädehoidon ja leikkausten jälkitiloihin liittyy usein reaktiivista kertymää, ja esimerkiksi lymfooman jäännöskasvaimessa voi olla vähäistä metabolista aktiivisuutta, mikä tulee ottaa huomioon kuvauksen ajoituksessa ja kuvia tulkittaessa. Yleisimpiä onkologisia aiheita PET-kuvantamiselle ovat paikkakunnittain hieman vaihdellen olleet lymfoomat ja pään ja kaulan alueen syövä. Erityisen nopeasti PET-TT:n ja PET-MK:n käyttö on yleistynyt merkkiainekehityksen myötä eturauhassyövän kuvantamisessa (3,4).

Syöpäkuvantamisen lisäksi on näyttöä PET-kuvantamisen hyödyistä ainakin infektion ja

TAULUKKO 2. Yleisimmät Suomessa kliinisessä käytössä olevat PET-merkkiaineet ja niiden käyttöaiheet. Tähdillä (*) merkityt merkkiaineet ovat kaupallisesti saatavilla.

Merkkiaine	Kuvausmekanismi	Kuvausaihe
¹⁸ F-FDG*	Glukoosiaineenvaihdunta	Kehon syöpäkasvaimet ja niiden epäily Infektiot Tulehdustilat Sydänlihaksen elinkykyisyyden arviointi Epilepsia Aivojen neurodegeneratiiviset tilat
⁶⁸ Ga-DOTANOC / ⁶⁸ Ga-DOTATOC	Somatostatiinireseptorien aktiivisuus	Neuroendokriiniset kasvaimet Meningeoomat
¹⁸ F-PSMA* ⁶⁸ Ga-PSMA	Eturauhasen pinta-antigeenien osoittaminen	Eturauhassyöpä
¹⁵ O-H ₂ O	Kudoksen verenvirtauksen mittaaminen	Sydänlihaksen verenvirtauksen määrittäminen sepelvaltimotautiepäilyssä
¹¹ C-metioniini	Aminohappoaineenvaihdunta	Aivokasvaimet Lisäkilpirauhasadenoomat
¹⁸ F-koliini*	Solumembraanien lipidisynteesi	Lisäkilpirauhasadenoomat
¹¹ C-PIB ¹⁸ F-flutemetamolj*	Aivojen amyloidiplakkien osoittaminen	Alzheimerin taudin epäily
¹⁸ F-FDOPA	Dopamiiniaineenvaihdunta	Feokromosytooma Medullaarinen kilpirauhassyöpä Insulinooma
¹⁸ F-natriumfluoridi*	Luuston osteoblastiaktiivisuus	Luustosairaudet, -kasvaimet ja -etäpesäkkeet

tulehduksen osoittamisessa (5,6), aivokuvantamisessa (7,8) ja kardiologiassa (9).

PET-TT- ja PET-MK-menelmissä erot perustuvat ensisijaisesti rakennekuvauksen kudskontrastieroihin. Pieniannoksisen TT:n kudskontrasti on vaatimaton aivoissa ja alueilla, joissa on runsaasti pieniä rakenteellisia yksityiskohtia. PET-MK:n parempi kudskontrasti tekee siitä hyödyllisen tutkimuksen etenkin aivojen sekä kaulan, ylävatsan ja pikkulantion elinten alueella (10). PET-MK on lisäksi perusteltu valinta lapsipotilailla pienemmän sädeannoksen vuoksi (10,11). PET-MK:n kudskontrasti keuhkoissa on vaatimaton, joten PET-TT on parempi tutkimus keuhkojen alueen syövässä.

Kuvaus

PET-kuvaus aloitetaan merkkiaineen mukaan yleensä 10–60 minuutin kuluttua merkkiaineen injektion jälkeen. Kuvausessio aloitetaan pieniannoksisella TT- tai MK-kuvauksella. TT-ku-

vauksen kesto on alle minuutti ja MK:n 15–45 minuuttia. PET-kuvauksen aikana potilas kuvataan noin 20–25 cm:n levyisinä leikkeinä 2–3 minuuttia kerrallaan, joten kuvausvaihe kestää kuvausalueen mukaan 15–35 minuuttia. Kuvaukset tehdään selin makuulla PET-kameran tutkimussängyllä, joka liikkuu kameran aukon lävitse. PET-TT-kuvaukset tehdään tavallisesti käyttäen pieniannoksista TT-kuvausta ilman jodivarjoainetta. Suoliston kontrastia voidaan jonkin verran parantaa vesijuotolla, jolloin tutkittava juo 1–1,5 litraa vettä tunnin kuluessa ennen kuvausta. Kliinisen kysymyksenasettelun vaatiessa voidaan tehdä saman tutkimuskäynnin yhteydessä myös diagnostisen tason TT-kuvaus jodivarjoaineella pieniannoksisen PET-TT:n jälkeen.

PET-TT-kamera-aukko on väljä (halkaisija 70–78 cm), joten ahtaanpaikankammosta kärsivät henkilöt voidaan yleensä kuvata. Tarvittaessa potilaalle voidaan antaa pieni annos rauhoittavaa lääkettä, esimerkiksi diatsepaamia 5–10 mg suun kautta, ennen tutkimusta. PET-

TAULUKKO 3. Turvallinen ja onnistunut isotooppitutkimus (13).

Huomioitava tekijä	Aihe	Kommentti / Vaikutus
Yleiset		
Raskaus	Säteily	Yleensä vasta-aihe
Imetys	Säteily	Tautotetaan kuvauksen jälkeen, kunnes äiti ei enää säteile.
Lasten säteilysuojelu	Säteily	Lähikontaktia raskaana oleviin ja pieniin lapsiin on vältettävä kuvauksen jälkeen. Tarvittaessa lähettävän lääkärin kirjoitettava sairausloma tämän vuoksi.
Ahtaanpaikankammo	Potilas	Lievät tapaukset saadaan kuvattua pienellä annoksella rauhoittavaa lääkettä, mutta tällöin potilas ei saa ajaa autoa tutkimuksen jälkeen. Voimakas kammo estää kuvauksen. Kriittisissä hoidoissa kuvaus anestesiassa on mahdollista.
Paasto/FDG-kuvaus	Kuvalaatu	Kuvauskohtaisen paasto-ohjeen noudattaminen on tärkeää. Kuvaus siirtyy toiseen ajankohtaan, jos paastoa ei ole noudatettu.
Diabetes/FDG-kuvaus	Kuvalaatu	B-gluk tulisi olla alle 10 mmol/l. Kuvaus siirtyy toiseen ajankohtaan, jos pitoisuus on selvästi suurempi.
Laskimokanyyli, -katetri tai infuusioportti	Tutkimusaineen anto	Laskimoyhteys on välttämätön injektiona annettaville merkkiaineille.
Potilaan vakituinen lääkitys	Potilasturvallisuus	Tutkimuspäivänä saa ottaa normaalisti lääkärin määräämän vakituisen lääkityksen.
Kookas potilas	Potilas	Potilaan koko tai paino voi joskus olla este kuvauksen suorittamiselle.
PET-TT		
Aiemmat allergiset reaktiot TT-varjoaineille	Potilasturvallisuus	Aiemmat allergiset reaktiot ovat yleensä este TT-varjoainekuvauksille. Tavanomainen pieniannoksinen PET-TT tehdään yleensä ilman varjoainetta, jolloin allergia ei ole este kuvaukselle.
TT-varjoaineet ja munuaisten vajaatoiminta	Potilasturvallisuus (munuaisvaurioriski)	Munuaisten vajaatoiminta on huomioitava. Lähettävä lääkäri huolehtii GFR-kontrollista.
TT-varjoainekuvaus ja metformiinilääkitys	Potilasturvallisuus (munuaisvaurioriski)	Varjoainekuvausta koskevat lääkitystauko-ohjeet on huomioitava. Lähettävä lääkäri huolehtii GFR-kontrollista.
PET-MK		
Metalliset vierasesineet	Potilasturvallisuus, kuvalaatu	Metalliset vierasesineet ovat tai voivat olla este kuvaukselle, jos ne sijaitsevat kuvausalueella tai niiden sijainti on vaarallinen (esim. silmä) tai hengenvaarallinen (esim. 1980-luvulla asennetut verisuoniklipsit).
Proteesi- ja elektroniset implantit	Potilasturvallisuus, kuvalaatu	Implantit ovat tai voivat olla turvallisuus- tai kuvalaatueste kuvaukselle. Lähettävän lääkärin pitää selvittää implantin magneettiturvallisuus tai antaa lähetteessä tarkat tiedot implantista ja sen asennusajankohdasta. Mikäli potilaan henki riippuu implantista (esim. sydämentahdistin), magneettikuvausta ei yleensä tehdä.
Muut implantit: mm. hampaiden oikomiskojeet ja retentiokiskot, hammaspaiikat tai -implantit, ehkäisykierukat, sterilisaatioklipsit	Potilasturvallisuus, kuvalaatu	Kuvausalueella ollessaan implantit pilaavat kuvat, mutta ne eivät ole turvallisuuseste kuvaukselle.
Dialyysipotilaat	Potilasturvallisuus (nefrogeeninen systeeminen fibroosi)	Jos potilas saa magneettivarjoainetta, hänelle pitää järjestää ylimääräinen dialyysi. Muissa tapauksissa dialyysiohjelmaa ei tarvitse muuttaa.
Lääkelaastarit	Potilasturvallisuus (palovammariski)	Laastareiden kalvoissa on joskus metallia, joka voi kuumentua kuvauksen aikana. Potilasta on ohjeistettava ottamaan vaihtolaastari mukaan kuvaukseen.
Kookkaat tatuoinnit	Potilasturvallisuus (palovammariski)	Tatuointiväreissä on runsaasti metallia, joka voi kuumentua kuvauksen aikana.

Ydinasiat

- ▶ PET-kuvantamisessa laskimoon ruiskutettu lyhytikäinen säteilevä merkkiaine hakeutuu kohteeseen, minkä jälkeen PET-kamerassa sijaitseva detektorirengas havaitsee tämän säteilyn.
- ▶ PET-TT- ja PET-MK-menetelmissä erot perustuvat ensisijaisesti rakennekuvauksen kudskontrastieroihin.
- ▶ PET-tutkimusaine valmistetaan tutkimuspäivänä ja pitkäikäisempiä ¹⁸F-leimattuja merkkiaineita on mahdollista kuljettaa valmistuspaikasta muualle käytettäväksi, ja niitä onkin Suomessa kaupallisesti saatavilla.
- ▶ PET-kuvantaminen vaatii onnistuakseen tarkkaa esivalmistelua, josta on laadittu kirjalliset ohjeet sekä hoitohenkilökunnalle että potilaille.

MK:n pienempi 60 cm:n kamera-aukko rajoittaa kookkaiden potilaiden kuvausta. Metalliset vierasesineet voivat olla este PET-MK-kuvaukselle (12). Onnistuneeseen ja turvalliseen PET-TT- ja PET-MK-kuvantamiseen liittyviä seikkoja on esitetty laajemmin **TAULUKOSSA 3** (13).

Esivalmistelut

Kehon aineenvaihdunnan PET-kuvauksissa on tärkeää, että potilaan veren glukoosipitoisuus on alle 10 mmol/l. FDG-kuvausta varten potilas on syömättä vähintään kuusi tuntia ennen kuvausta, vettä saa juoda. Paaston ansiosta veren glukoosi- ja insuliinipitoisuudet ovat diabetesta sairastamattomilla potilailla pieniä ja olosuhteet FDG-merkkiaineen mielenkiintoalueelle kertymisen kannalta optimaaliset. Insuliinihoitoista diabetesta sairastavia ohjeistetaan syömään normaali aamupala ja ottamaan tavanomainen insuliiniannos. Tämän jälkeen potilas on syömättä neljän tunnin ajan, jolloin ei myöskään saa enää ottaa insuliinia. Ennen tutkimusta on vältettävä tarpeetonta fyysistä räsytystä. Alkoholia ei saa juoda 24 tuntiin ennen tutkimusta ja tupakoimatta täytyy olla

vähintään kaksi tuntia ennen tutkimusta. Edellä kuvattu ohjeistus koskee yleisimpiä kehon FDG-kuvauksia, muille PET-tutkimuksille voi olla erilaisia esivalmisteluja. Potilasohjeissa tulee olla erityistilanteita varten mainittuna puhelinnumero, johon soittamalla potilas voi saada tarkempia toimintaohjeita.

Kuvien tulkinta

PET-kuvantamiseen perehtynyt lääkäri arvioi fuusiotutkimusten rakennekuvat samalla tavalla kuin radiologisissa tutkimuksissa ja sisällyttää niistä saadun informaation lausuntoon. PET-kuvat analysoidaan ensin visuaalisesti. Kuvia tulkittaessa otetaan huomioon käytetyn merkkiaineen fysiologiset kertymät ja mahdolliset epäspesifiset kertymät esimerkiksi tulehdukseen tai traumaan liittyen. Poikkeavista löydöksistä ilmoitetaan kertymäaktiivisuutta kuvastava SUVmax-arvo (Standardised Uptake Value), joka liittyy aineenvaihdunnan vilkkauteen tai merkkiaineen reseptoriin sitoutumisen määrään. SUVmax-arvolla on erityinen merkitys kiinteiden kasvainten hoitovastearvioinneissa (13).

Säteilyturvallisuus

Koko kehon FDG-PET-TT-kuvaukseen liittyvä keskimääräinen efektiivinen sädeannos (merkkiaine + TT) on 5,3 + 5 mSv. Tämä vastaa reilun kolmen vuoden aikana Suomessa keskimäärin saatavaa taustasäteilyä. PET-MK-kuvauksissa säderasitus rajoittuu radioisotoopin tuomaan sädeannokseen, jolloin kokonais-sädeannos on vain hieman yli 50 % vastaavan PET-TT:n sädeannoksesta.

PET-tutkimusaineet poistuvat elimistöstä pääasiallisesti munuaisten kautta. Tutkimuksen jälkeen potilasta kehoitetaan juomaan runsaasti vettä ja virtsaamaan usein säderasituksen pienentämiseksi. Koska radiolääkkeillä ei ole haitallisia farmakologia vaikutuksia, kuvauksia voidaan kuitenkin tehdä myös munuaisten vajaatoimintaa sairastaville. Potilaita kehoitetaan mahdollisuuksien mukaan välttämään tutkimuspäivänä lähikontaktia raskaana oleviin ja lapsiin. Pieniä lapsia ei saa ottaa tutkimuskäynnille mukaan.

Lopuksi

PET-kuvantamisella yhdistettynä kuvantamislaitteessa kiinteästi sijaitsevan TT:n tai MK:n tuomaan rakennekuvaan saadaan toisiaan täydentävää informaatiota, joka ohjaa potilaan hoitoa moninaisissa useiden erikoisalojen kysymyksenasetteluissa. Onnistunut ja turvallinen

PET-kuvantaminen on luonteeltaan ammattien välistä yhteistyötä, jossa on mukana radiokeemian ja fysiikan erityisosaamisesta, merkkiaineen antoon ja kuvauksen suorittamiseen perehtynyttä hoitohenkilökuntaa ja isotooppilääketieteen sekä radiologian erityisosaamista. ■

TUULA JANATUINEN, dosentti, elektiivisen fysiologian ja isotooppilääketieteen erikoislääkäri
PET-keskus, TYKS

JUKKA KEMPPAINEN, LT, dosentti, yllilääkäri
Turun yliopisto ja Docrates syöpäsairaala

TEEMAN ERIKOISTOIMITTAJA
Juhani Knuuti

VASTUUTOIMITTAJA
Helka Parviainen

SIDONNAISUUDET

Tuula Janatuinen: Ei sidonnaisuuksia

Jukka Kemppainen: Luentopalkkio/asiantuntijapalkkio (iRad Molecular Imaging Oy), korvaukset koulutus- ja kongressikuluista (Docrates Syöpäsairaala), luottamustoimet (Isotooppiyhdistyksen puheenjohtaja, Pohjoismaisen Kliinisen Fysiologian ja Isotooppilääketieteen yhdistyksen Suomen edustaja (SSCPNM)), muut sidonnaisuudet (iRad Molecular Imaging OY:n hallituksen pj.)

KIRJALLISUUTTA

1. Röntgentutkimusten säteilyannoksia. Helsinki: Säteilyturvakeskus (päivitetty 18.9.2017). <https://stuk.fi/aiheet/sateilyterveydenhuollossa/rontgentutkimukset/rontgentutkimusten-sateilyannoksia>.
2. Boellaard R, Delgado-Bolton R, Oyen W, ym. FDG PET/CT: EANM procedure guidelines for tumour imaging: version 2.0. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2015;42:328–54.
3. The EAU guidelines on prostate cancer. Arnhem: EAU Guidelines Office 2019. <https://uroweb.org/guideline/prostate-cancer/>.
4. Fendler W, Eiber M, Beheshti M, ym. 68Ga-PSMA PET/CT: Joint EANM and SNMMI procedure guideline for prostate cancer imaging: version 1.0. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2017;44:1014–24.
5. Jamar F, Buscombe J, Chiti A, ym. EANM/SNMMI guideline for 18F-FDG use in inflammation and infection. J Nucl Med 2013;54:647–58.
6. Slart R, Glaudemans A, Chareonthitawee P, ym. FDG-PET/CT(A) imaging in large vessel vasculitis and polymyalgia rheumatica: joint procedural recommendation of the EANM, SNMMI, and the PET Interest Group (PIG), and endorsed by the ASNC. Eur J Nuc Med Mol Imaging 2018;45:1250–69.
7. Minoshima S, Drzezga A, Barthel H, ym. SNMMI procedure standard/EANM practice guideline for amyloid PET imaging of the brain 1.0. J Nucl Med 2016;57:1316–22.
8. Nobili F, Arbuz J, Bouwman F, ym. European Association of Nuclear Medicine and European Academy of Neurology recommendations for the use of brain 18F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography in neurodegenerative cognitive impairment and dementia: Delphi consensus. Eur J Neur 2018;25:1201–17.
9. Flotats A, Knuuti J, Gutberlet M, ym. Hybrid cardiac imaging: SPECT/CT and PET/CT. A joint position statement by the European Association of Nuclear Medicine (EANM), the European Society of Cardiac Radiology (ESCR) and the European Council of Nuclear Cardiology (ECNC). Eur J Nucl Med Mol Imaging 2011;38:201–12.
10. Tuokkola T, Knuuti J. Positroniemissio-magneettikuvaus. Duodecim 2018;134:627–34.
11. Stauss J, Franzius C, Pfluger T, ym. Guidelines for 18F-FDG PET and PET-CT imaging in paediatric oncology. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2008;35:2140.
12. Saunavaara J, Saunavaara V. Milloin viertesine estää magneettikuvauksen? Duodecim 2018;134:635–40.
13. Sovijärvi A, Hartiala J, Knuuti J, ym. toim. Kliinisen fysiologian ja isotooppilääketieteen perusteet. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim 2018.
14. Seppänen M, Minn H. Positroniemissiotomografia syövän uusiutumisen ennustamisessa. Suom Lääkäril 2014;38:2371–5.

SUMMARY

PET imaging methods in general terms

Positron emission tomography (PET) is a rapidly popularized nuclear medicine imaging method, which utilizes short-lived radioactive markers to provide accurate information on body function, metabolism and biology. Today, all PET imaging is performed with a hybrid device that combines a PET imaging device with either a computed tomography (CT) or magnetic resonance imaging (MRI) device, simultaneously yielding an accurate image of the structure of the body. In clinical work, PET imaging methods are particularly used in oncology, but also in infectious and inflammatory diseases, neurology and cardiology. Successful PET imaging requires careful and well-planned preparation of the patients.