

Környei József: Radioaktív anyagok új alkalmazásai a gyógyításban

Első diái fejlécén az áll, hogy „Nukleáris medicina: radioaktív nyomjelzés az élő szervezetben”. Hogyan „gyógyít” a nyomjelzés?

A nukleáris medicina két ágból tevődik össze, az egyik a képalkotó diagnosztika, a másik a kezelés, a radionuklid terápia. Képalkotó diagnosztikára van szükség ahhoz, hogy földerítsük a szervek működését és az olyan molekuláris szintű elváltozásokat, amelyek még nem mutatkoznak meg tünetekben. Az ismertebb diagnosztikai képalkotó módszerekkel – a CT-vel, MRI-vel – szemben itt emissziós képalkotás valósul meg: a betegbe bejuttatott radioaktív izotóp sugárzását a betegen kívül detektáljuk. Háromdimenziós képet tudunk fölvenni, amellyel megjelenítjük a szerveket, illetve a kóros képződményeket – így láthatóvá válik, hol, mi működik rosszul az élő szervezetben.

A radioaktív diagnosztikumok alkalmazása a Hevesy György által feltalált radioaktív nyomjelzési módszert követi. A betegbe bejuttatott szer részt vesz a szervezet fiziológiai és biokémiai folyamataiban, de nem befolyásolja magukat a folyamatokat, azok lejátszódását, hanem információt ad róluk.

Kezeléskor is radiogyógyszert adunk a betegnek. Az izotópot hordozómolekula tartalmazza, amely a radioaktív izotópot – ugyanúgy, mint nyomjelzéskor – elszállítja a szervezetben a kóros képződményhez, de most odakötődve ott tartja. A kezelést azonban az izotóp korpuszkulás sugárzása hajtja végre, mert az elnyelődik a kóros képződmények szöveteiben, és ott célzott sejtpusztítást okoz. . Ha le akarjuk mérni a terápia sikerességét, újra a nukleáris medicina másik ágát, a képalkotó diagnosztikát hívhatjuk segítségül.

Milyen izotópokat használnak ezekben a folyamatokban?

A diagnosztikai képalkotásra elektromágneses sugárzást kibocsátó izotópok alkalmasak. Ezek is két csoportba sorolhatók. Az egyikbe azok tartoznak, amelyek gamma-sugárzást bocsátanak ki az atommagból. Ilyenkor egyedi gamma-fotonokat detektálunk, és ebből építjük fel a képet. A leggyakrabban a Tc-99m (metastabil) izotópot használjuk. A másik csoportba azok a radionuklidok tartoznak, amelyek pozitronokat bocsátanak ki az atommagjukból. Ezek nagyon rövid élettartalmú antielektronok, amelyek elektronokkal ütközve azonnal átalakulnak. Egy elektron és egy pozitron kölcsönhatásából két gamma-

foton keletkezik, amelyek egy egyenes mentén, ellenkező irányban haladnak. A pozitronemissziós tomográf (PET) ezeket detektálja. Többnyire F-18-cal végzik a vizsgálatokat.

Milyen meggondolás alapján választják ki az alkalmas izotópokat?

A legfontosabb paraméter a felezési idő és a sugárzás energiája: természetesen nemcsak a képalkotás minőségére, hanem a beteg sugárterhelésére is gondolni kell. Szintén fontos szempont, hogy milyen vegyületekbe ültethető be az izotóp. A Tc-99m azért különlegesen jó radioizotóp, mert nagyon sokféle vegyületet képez, ezek pedig sokféle indikációs területen használhatók.

A radionuklid terápiára korpuszkuláris sugárzást kibocsátó izotópok alkalmasak, hiszen itt az a cél, hogy a részecske nagyon rövid távolságon, mikrométereken - millimétereken belül elnyelődjön a kóros képződményben, és csak azokat a sejteket pusztítsa el, amelyeket pusztítani kell. Kiemelném az Y-90 és a Lu-177.terápiás izotópokat. Az első nagy energiájú, „kemény” béta-sugárzást bocsát ki, az utóbbi kis energiájú béta-sugarakat. Ezeket az izotópokat rengeteg molekulához hozzá tudjuk kötni. Természetesen nem feledkezhetünk meg a radiojódról, a jód-131-ről, amely a pajzsmirigy-kezelések fontos eleme: Magyarországon évente mintegy ötezer beteget kezelnek vele.

Co-60-at is használnak még?

Igen, de nem belső, hanem külső sugárkezelésre, zárt sugárforrásként. Tehát a Co-60 nem jut be a betegbe, nem korpuszkuláris, hanem gamma-sugárzással fejt ki hatást. Ugyancsak zárt sugárforrásokat használunk „közelbesugárzás”-kor, az agy-, a prosztatá- és a nőgyógyászati műtétek utáni kezelés esetén.

Milyen területeken alkalmazzák ma az izotópos nyomjelzést?

Halmaz szintű és molekuláris szintű nyomjelzésre is sor kerülhet – attól függően, hogy milyen élettani folyamatot vizsgálunk. Halmaz szintű nyomjelzés esetén makroszkopikus áramlást térképezünk fel, például a vérkeringést, a nyirokkeringést, a nyelőcsőben végbemenő transzportot, a bélrendszeri mozgásokat. Molekuláris szinten kémiai, biokémiai, szupramolekuláris kölcsönhatások játszódnak le, ezeket követve a sejtek funkciójáról, a sejtiszöveti szintű mikroszkopikus áramlásról, a sejtekben, szövetekben, szervekben végmenő megkötődésekről, az anyagcseréről, a kiválasztásról szerezhethetünk információt. Biológiai

szempontból különösen érdekesek a molekuláris elváltozások, amikor például bizonyos receptorok jelennek meg a sejtek felületén, vagy ha normális körülmények között nem jelen lévő molekulák, antigének képződnek. Ezek specifikus megkötődéssel mutathatók ki: ma ez a molekuláris szintű leképezés csúcstechnológiája.