

Az intersticiális tüdőbetegségek diagnosztikájának nehézségei

Dr. Tárnoki Dávid László, Dr. Tárnoki Ádám Domonkos
Semmelweis Egyetem Radiológiai Klinika, Budapest

Az intersticiális tüdőbetegségek (ILD-k) területe az elmúlt években jelentős változáson ment keresztül. Újabb betegségekre derül fény, s az ismert ILD-k tekintetében megszerzett növekvő tudás miatt azok beosztása egyre bonyolultabb s bővülő. Az intersticiális tüdőbetegségek legsúlyosabb formái a légzésfunkció progresszív csökkenéséhez, légzési elégtelenséghez és végül halálhoz vezetnek. A legsúlyosabb forma, a szokásos intersticiális pneumonia (UIP) túlélése körülbelül 2-3 év. A magas felbontású CT (HRCT) vizsgálat a gold standard képalkotó módszer. Az ILD-k változatos morfológiai jellemzőinek ismerete nélkülözhetetlen a radiológus számára a differenciáláshoz. A radiológusok szerepe napjainkban felértékelődött, ugyanis nemcsak leletező funkciót látnak el, hanem ILD team-eken keresztül a betegek terápiás döntéshozatalába is beleszólást nyernek. A radiológiai biomarkerek gyors fejlődése és új, kvantitatív képalkotó technikák segítik a radiológusokat manapság a fibrózis mértékének felmérésben és a minták megkülönböztetésében.

The field of interstitial lung diseases (ILD) has undergone significant evolution in recent years, with an increasing number of new ILDs and more complex, ever expanding and almost yearly changing disease classification. In their most severe forms, these diseases lead to progressive loss of lung function, respiratory failure and finally death. The survival of the most severe form, usual interstitial pneumonia (UIP) is approximately 2-3 years. High Resolution CT (HRCT) is the gold standard imaging technique. Knowledge of the complex variety of imaging features of ILDs is essential for the radiologists for the differentiation. The role of radiologists has become more valuable nowadays, as they not only provide a report, but also contribute to the therapeutic decision-making of patients through ILD teams. Fast evolution of radiological biomarkers and novel and quantitative imaging techniques are of help for the radiologists in the objective quantification of the extent of the fibrosis and distinguishing the patterns.

BEVEZETÉS

Az intersticiális tüdőbetegségek (interstitial lung diseases, ILD) a tüdő diffúz parenchymás elváltozásával járó idült, progresszív kórképek, melyekre a tüdőparenchyma diffúz gyulladással károsodása jellemző. Prevalenciája valamennyi kórképet együtt véve 80-100/100 000, incidenciája 20-30/

100 000. Ezek a gyulladással járó folyamatok a tüdő irreverzibilis fibrózisához vezetnek. Az ILD-k csoportjába több mint 200 különböző betegség tartozik, melyek háttere egyrészt jól ismert (esetek harmada), de az esetek kétharmada ismeretlen eredetű, az utóbbit idiopátiás intersticiális pneumóniáknak (IIP) nevezik. Az ismert etiológiájú csoportba tartoznak szerves és szervetlen anyagok, foglalkozási vagy környezeti ártalmak, kémiai vagy fizikai behatások (gyógyszerek, radioaktív sugárzás). Az ILD-k jelentősen különböznek a klinikai lefolyás, a kezelés és a prognózis tekintetében. Idiopátiás tüdőfibrózishoz vezethetnek szisztémás betegségek (pl. kötőszöveti betegség) vagy környezeti tényezők, melyek közé pl. expozíciók tartoznak (pneumotoxikus gyógyszerek, sugárkezelés), foglalkozási ártalmak (pl. azbesztózis, madártenyésztők), különböző allergének.

A pulmonális fibrózis különböző formáinak megkülönböztetése nélkülözhetetlen a megfelelő kezelés kiválasztása és a prognózis előrejelzése szempontjából; emiatt a képalkotásnak kiemelt szerepe van ezen betegségek felismerésében és megfelelő elkülönítésében. A betegség hátterére változó fokú gyulladás és fibrózis jellemző, különböző fokú dominanciával: „gyulladásos domináns betegségekben” más kezelést választ a tüdőgyógyász, mint a „fibrózis domináns betegségben”, utóbbi csoportba tartozik a legrosszabb prognózisú forma, a szokásos intersticiális pneumonitis (ún. UIP). A fibrózisok különböző radiológiai mintázatokkal jellemezhetők, melyek felismerése a radiológus feladata, pl. az UIP-mintázat esetén nélkülözhető akár a biopszia és a szöveti diagnózis [1].

CÉLKITŰZÉS

Jelen dolgozatunk célja, hogy az ILD-k elkülönítésének képalkotási nehézségeit, magyarországi gyakorlatát bemutassuk a legfrissebb irodalmi közlemények fényében. További célunk, hogy felhívjuk a figyelmet arra, hogy több hazai ILD centrum létrejöttére van szükség, melynek egyik fő tagja a jól képzett radiológus.

TÉMAKIFEJTÉS, ALKALMAZOTT MÓDSZER

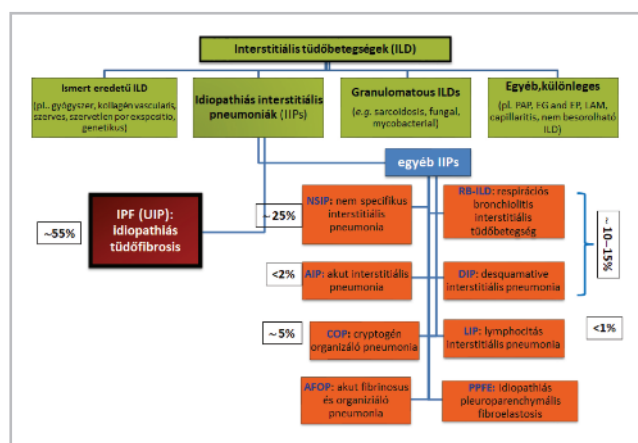
Szekunder lobulusok

A tüdő anatómiai és funkcionális egysége a szekunder lobulus, mely 1,5-2 cm átmérőjű, hexagonális alakú, a parenchyma perifériás egysége, itt található az alveolusok és a kapillárisok. A szekunder lobulusok kötőszövetes vázról állnak, mely a szekunder lobulus centrumában futó arteriolát és bronchiolust is követi. A szekunder lobulusok periferiáján található az oxigenizált vért elszállító vénák, a kötőszövetben nyirokerek is futnak. A szekunder lobulusok csak HRCT-

vel ábrázolhatók, megjelenésük általában kóros folyamatot jelez.

A tüdőfibrozisos csoportosítása

AzILD-k csoportosítását az amerikai és európai tüdőgyógyász társaságok (American Thoracic Society, ATS/European Respiratory Society, ERS) határozták meg, a legfrissebb 2013-ban módosított beosztás használatos napjainkban (1. táblázat) [2].



1. táblázat
Az intersticiális tüdőbetegségek (ILD) ATS/ERS felosztása (Müller V. nyomán) (Forrás: [2].)

A tüdőfibrozisos diagnosztikai algoritmus

Klinikailag elégtelen gázcsere, légszomj jellemzi a betegséget. A páciensek leggyakrabban száraz köhögéssel, terhelési dyspnoeával, bazális sercegéssel (hóropogás), egyes esetekben óraüveg körmökkel jelentkeznek. Amennyiben a háziorvos ezen panaszokat észleli, tüdőgyógyászhoz kell irányítani a páciens. A pulmonológus részletes anamnézist végzett el, ugyanis nélkülözhetetlen a radiológus számára is: gyógyszerek, foglalkozás, hobbi, „élvezeti szerek” (dohányzás, drog stb.), családi anamnézis (familiáris formák). Légzésfunkció (általában restriktív légzészavar jellemző), bronchosopia, bronchoalveoláris lavage, szívultrahang, valamint vérvétel (vesefunkció, elektrolitok, CRP, vérkép), antitestek (pl. RF, ANA, AMA, ANCA, immunglobulin, IgE stb.) a kivizsgálás része a képalkotás mellett.

A tüdőfibrozisos képalkotása

Első vizsgálat leggyakrabban a mellkasfelvétel, melyen főképp az előrehaladott fibrózisra jellemző kép mutatható ki: diffúz transzparenciacsökkenés, bazális dominanciájú finom retikuláris mintázat, illetve csökkent tüdővolumen. Amennyiben felmerül a mellkasröntgenen a fibrózis lehetősége, HRCT elvégzése szükséges (min. 0,9-1,5 mm szeletvastagság), melyILD-k esetében a gold standard módszer.

Bár minden egyes HRCT mintázat számos különböző intersticiális tüdőbetegséget foglal magában, gyakran előfordul, hogy egy entitás sokféle különböző mintázattal jelenhet meg, azaz sok különböző „arccal” rendelkezik (pl. a sarcoidózis, amit „bohócnak” szokás nevezni, annyi mindent utá-

nozhat). Mindemellett a HRCT mintázatok sokszor átfedhetnek egy betegségen belül is. A mindennapi klinikai gyakorlatban meg kell próbálnunk egyesíteni a különböző HRCT mintázatot vagy azonosítani a domináns mintázatot az anamnézissel és a laborparaméterekkel együtt annak érdekében, hogy a helyes diagnózist állíthassuk fel és a differenciáldiagnosztikai palettát szűkíthessük [3].

A HRCT-n leggyakoribb radiológiai jellemzők az alábbiak: tejüveghomály (GGO), retikuláris rajzolat, mézeslép rajzolat (honeycombing) (1. ábra), traktációs bronchiectasia, szerkezeti torzulás, noduláris mintázat, konszolídáció, ritkán bronchusfal-megvastagodás ill. mozaik rajzolat.



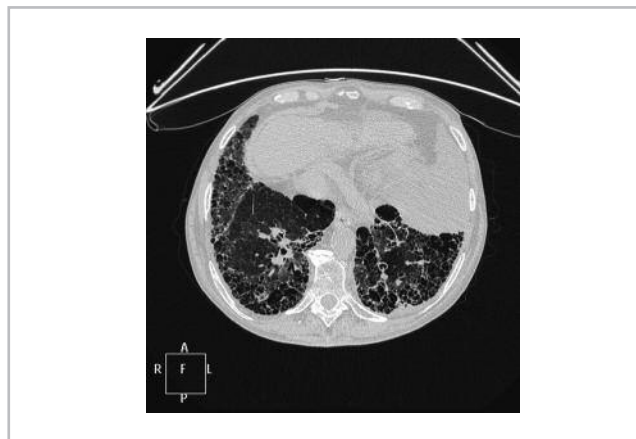
1. ábra
Honeycombing és traktációs bronchiectasia HRCT felvételen, axiális sík.
Forrás: SE Radiológiai Klinika

AzILD-k megkülönböztetése olykor nem egyszerű feladat a több száz betegség közül, sokszor nemILD betegségeket is (fibrózishoz hasonló képet) utánozhat. Több betegség idiopátiás eredetű, azonban vannak definitív kiváltó okai is (pl. infekciók, gyógyszerek, immunológiai betegségek) [1].

A számosILD betegségen belüli differenciálásban és egyéb betegségektől való elkülönítésben a legfontosabb négy alap mintázat megkülönböztetése: nodularis, retikuláris mintázat, emelkedett denzitású tüdőparenchyma, vagy ellenkezőleg, csökkent tüdőparenchyma denzitású mintázat cystosus léziókkal. A predománs HRCT mintázatra kell figyelni, valamint többek között arra, hogy látjuk-e a fibrózis jelét vagy sem. A radiológus feladata a differenciáldiagnózis szűkítése és a HRCT mintázatok összevetése a klinikai és hisztológiai eredményekkel, valamint azILD team segítségével a legvalószínűbb diagnózis és differenciáldiagnózis felállítása, a betegségek követése.

A legrosszabb prognózisú (és egyben a leggyakoribb) betegség az idiopátiás tüdőfibrozis (IPF), melynek a radiológiai mintázata az ún. UIP (2. ábra). AzIPF krónikus progresszív fibrotizáló intersticiális pneumonia speciális formája, melynek oka ismeretlen, főként az idősebb pácienseket érinti. AzIPF egy klinikai diagnózis, amely leggyakrabban radiológiai UIP mintázattal társul. AzILD megfelelő mintázatának felismerése és korai diagnózisa a beteg és klinikus számára egyaránt fontos, mivel a prognózist jelzi és megfelelő terápia

kiválasztására ad lehetőséget: immunszuppresszió, antifibrotikus kezelés (pl. nintedanib), vagy tüdőtranszplantáció.



2. ábra
UIP-mintázat, HRCT kép, axiális felvétel. Dorsobasalis dominanciával honeycombing és traktációs bronchiectasia ábrázolódik.
Forrás: SE Radiológiai Klinika

A multidiszciplináris team tagjai

A multidiszciplináris team (MDT) tagjai a tüdőgyógyász, a radiológus és a patológus. A közöttük konszenzussal meg-hozott diagnózis növeli az idiopátiás intersticiális pneumonia (IIP) diagnosztikai pontosságát [4].

A leggyakoribb megjelenések

Az ATS/ERS 2011-es konszenzusa meghatározta a definitív UIP mintázat kritériumait, amennyiben HRCT-n a kép egyértelmű, a mintavétel nélkülözhető [5]. Ezen definitív UIP mintázat kritériumai: a.) szubpleurális, bazális predomancia, b.) retikuláris eltérések, c.) honeycombing traktációs bronchiectáziával vagy anélkül, d.) UIP-mintázattal inkonzisztens jellemzők hiánya. Az esetek egyharmadában egyértelmű, ún. definitív UIP-mintázat észlelhető, míg a nem egyértelmű esetekben mindenképpen mintavétel szükséges.

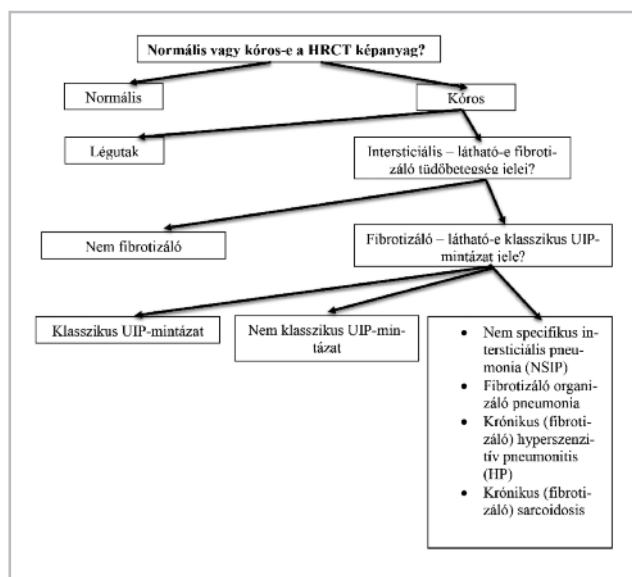
Aktív fibrózisos területek a tejüveghomályként (ground glass opacitás, GGO) láthatók, mely akut exacerbáció esetén is megjelenik. A progressziót a honeycombing megjelenése, kiterjedésének növekedése jelzi – utóbbi esetén a páciensek 6 hónapos mortalitása megközelíti az 50%-ot.

A HRCT képanyag megtekintése során az alábbi leegyszerűsített algoritmust érdemes használni (2. táblázat) [6]:

- Normális vagy kóros-e a HRCT képanyag?
- Amennyiben kóros, vannak-e fibrózis jelei?
- Amennyiben van fibrózis, klasszikus UIP mintázat jelei láthatóak-e?

Gyakran találkozhat a radiológus a fibrózis mellett emfizéma együttes megjelenésével, melyet külön entitásként, klinikai fenotípusként ún. combined pulmonary fibrosis and emphysema-ként (CPFE) nevezhetők.

A nem specifikus intersticiális pneumonia (NSIP) mintázat az idiopátiás tüdőfibrózisok külön csoportja, prognózisa változó, azonban az UIP-hoz képest sokkal jobb (3. ábra). Számos betegséghez társultan is találkozhatunk vele, rönt-



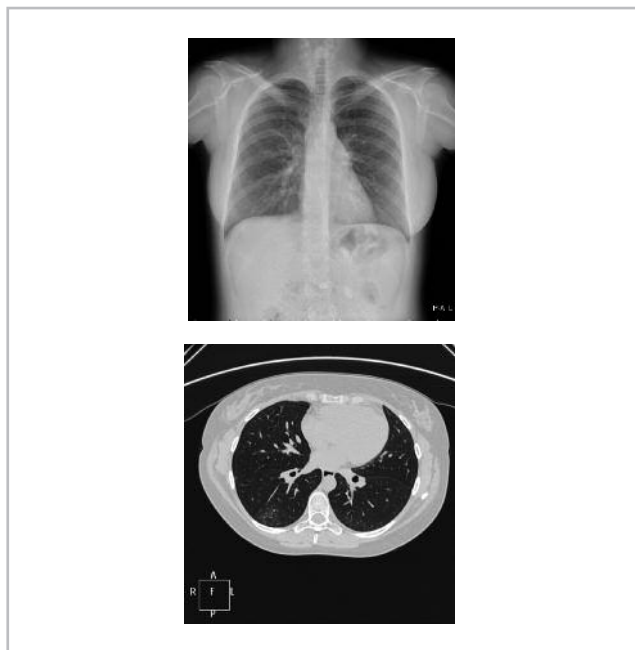
2. táblázat
HRCT elemzésének algoritmus a fibrózis esetén (forrás: [6].)

genjelei nem típusosak, az esetek 90%-ban negatív mellkasi képpel találkozhatunk. HRCT megjelenésére jellemző a retikulációs mintázat, mely a subpleurális tér vékony sávyszerű megkíméltségével járhat (subpleural sparing).



3. ábra
NSIP-mintázat, HRCT kép, axiális felvétel. Subpleurálisan finom retikulációs rajzolat észlelhető.
Forrás: SE Radiológiai Klinika

Szisztémás autoimmun vagy kötőszöveti betegségek (CTD) jellemzője a sokszervi érintettség, melyek gyakran tüdőérintettséggel jelentkeznek, különböző kiterjedésben és radiológiai megjelenéssel. Legfontosabb betegségek közé tartozik a szisztémás sclerosis (SSc), rheumatoid arthritis (RA), polymyositis/dermatomyositis (PM/DM), szisztémás lupus erythematosus (SLE), Sjögren-szindróma, kevert kötőszöveti betegség, illetve a spondylitis ankylopoetica. Az SSc radiológiai megjelenése leggyakrabban NSIP (4. ábra), míg RA-ILD esetében UIP mintázat gyakori. PM/DM-ILD organizáló pneumonitissal mutatkozik. Mindezen CTD-ILD-k differenciálása multidiszciplináris feladat, azILD team döntése [7].



4. ábra

Scleroderma, NSIP-mintázattal. a, Mellkasröntgen: fibrózis jele nem látható rajta. b, HRCT kép, axiális sík: subpleurálisan finom retikuláció és trakciós bronchiectasia látható.

Forrás: SE Pulmonológiai Klinika és SE Radiológiai Klinika

Az ILD-k jövője a képalkotás terén

A HRCT technika gyors fejlődésének köszönhetően a textura-alapú tüdőparenchyma analízis igen nagy fejlődésnek indult, melyek a radiológus szubjektivitását kikerülve különböző ILD-mintázatok kvantitatív elemzésén alapszanak, azaz a legbonyolultabb mintázatok felismerésében (pl. retikuláció, tejüveghomály, emfizéma, ill. honeycombing) segítik a radiológust, valamint ezen mintázatok kiterjedésének objektív számítását is elvégzik, segítve az adott kezelésre adott válasz monitorozását, progresszió vagy regresszió megítélését.

Új technikák, mint a hiperpolarizált proton MR és a PET ígéretesnek tűnnek a strukturális és funkcionális információ kombinálásában. Belélegzett hiperpolarizált ^{29}Xe gáz MR-ben nagy lehetőségek rejlenek a ventiláció, intraacinális gáz diffúzió és alveoláris-kapilláris diffúzió megismerésében. PET-tel kapcsolatos kutatások bizonyították, hogy fibrotikus tüdőterületek magas SUV-értékűek, mely a „kiégett”, ill. a metabolikusan inaktív régiók felismerésében nyújthat segítséget. A napjainkban elterjedést mutató gépi tanulás segíthet a betegségek kategorizálásában és rizikócsoportok felállításában, valamint döntési támogatást nyújthat az optimális kezelés kiválasztásában.

A jövőben genomikai technikák alkalmazásával akár ILD-s betegek molekuláris fenotípusát is meg lehet állapítani vér vagy tüdőspecifikus molekuláris biomarkerekből, amelyeket más klinikai, fiziológiai vagy képalkotó tényezőkkel lehet kombinálni. A technika fejlődésével a jelenleg már rendelkezésre álló új mintavételi eljárások (például transbronchialis criobiopszia) és az innovatív képalkotási technológiák (például micro-CT) a közeljövőben a diagnosztikát nagyban segíteni fogják [8, 9].

ÖSSZEGRÉS

Az intersticiális tüdőbetegségek változatos és kihívást jelentő betegségecsoportot jelentenek, radiológiai véleményezésük komplex és igen bonyolult feladat. Napjainkban a betegségről keveset tudunk, az irodalom folyamatosan változik, ezáltal a guideline-ok is akár évente változnak, melyet a radiológusoknak követniük szükséges. 2002-ben és 2013-ban az Amerikai Tüdőgyógyász Társaság (ATS) és az Európai Tüdőgyógyász Társaság (ERS) közös nyilatkozata az ILD diagnózisának integrált és dinamikus megközelítését javasolta, a klinikusok, radiológusok és a patológusok részvételével ILD teamek felállítását javasolták. A fibrózisok kezelése nagyban függ a pontos radiológiai diagnózistól. A kezelési algoritmus a következő lehet: konzervatív kezelés, fogyás, fokozott aktivitás, dohányzás elhagyása, oxigénterápia, emellett gyógyszeres kezelésre (pl. szteroid, antibiotikum), ill. súlyos esetben transzplantációra is sor kerülhet. Amennyiben a radiológus egyértelműen UIP-mintázatot állított fel a HRCT alapján, úgy a jelenlegi guideline-ok szerint a szövettani mintavétel elkerülhető. A megfelelő radiológiai differenciáldiagnózis felállításához nélkülözhetetlen a részletes anamnézis és klinikum, valamint HRCT előzmények, mely jó klinikus-radiológus kapcsolat nélkül nem lehetséges. Hazánkban több centrumban működik ILD team, azonban sok kórházban még nem létesültek, így a fibrózis-gyanús páciens esetén ILD-centrumokba szükséges a páciens irányítani. A közeljövőben elsősorban a biomarkerek kutatása, a HRCT textura analízis fogja nagyban segíteni a jövő radiológusait a pontosabb mintázat felismerésében [10].

JAVASLATOK

A fibrózis sikeres differenciáldiagnózisához vezető út a radiológusok számára a következő:

- Anamnézis ismerete: történet, panaszok, expozíció (foglalkozási ártalom, állatok, gyógyszer stb.), laborlet (autoimmun betegségek)
- Betegség lefolyása: akut, szubakut, krónikus
- CT eredmény: mintázat (pattern), eloszlás, egyéb eltérések
- Szövettan: nem egyértelmű CT eredmény vagy eltérő klinikai és képalkotó vélemények során szükséges

Összegezve, a radiológusoknak fel kell ismerniük a leggyakoribb tüdőfibrózis-mintázatot, az UIP-patternt, mely a legrosszabb prognózisú fibrózist jelenti. A további mintázatok elkülönítése a tüdőgyógyász számára igen fontos, ugyanis nagyban függ a beteg kezelési stratégiája és életkilátása a radiológustól. ILD teamek felállításával (hasonlóképp az onkoteamekhez) nemcsak a klinikusok járnak jól, hanem a páciensek is, akik magas színvonalú radiológiai ellátásban részesülhetnek, hozzásegítve a páciens a legjobb kezelés kiválasztásához.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Mikolasch TA, Garthwaite HS, Porter JC: Update in diagnosis and management of interstitial lung disease. *Clin Med (Lond)* 2017; 17(2): 146–153.
- [2] Travis WD, Costabel U, Hansell DM et al.: An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: Update of the international multidisciplinary classification of the idiopathic interstitial pneumonias. *Am J Respir Crit Care Med.* 2013;188(6):733-748.
- [3] Elicker B, Pereira CA, Webb R, Leslie KO: High-resolution computed tomography patterns of diffuse interstitial lung disease with clinical and pathological correlation. *J Bras Pneumol.* 2008 Sep; 34(9):715-744.
- [4] Flaherty KR, King TE Jr, Raghu G, Lynch JP 3rd, Colby TV, Travis WD, Gross BH, Kazerooni EA, Toews GB, Long Q, Murray S, Lama VN, Gay SE, Martinez FJ: Idiopathic interstitial pneumonia: what is the effect of a multidisciplinary approach to diagnosis? *Am J Respir Crit Care Med.* 2004 Oct 15; 170(8):904-910.
- [5] Raghu G, Collard HR, Egan JJ et al.: An official ATS/ERS/JRS/ALAT statement: idiopathic pulmonary fibrosis: evidence-based guidelines for diagnosis and management. *Am J Respir Crit Care Med.* 2011;183:788–824.
- [6] Jacob J, Hansell DM. HRCT of fibrosing lung disease. *Respirology.* 2015;20(6):859-872.
- [7] Demoruelle MK, Mittoo S, Solomon JJ. Connective tissue disease-related interstitial lung disease. *Best Pract Res Clin Rheumatol.* 2016;30(1):39-52.
- [8] Weatherley ND, Eaden JA, Stewart NJ, et al Experimental and quantitative imaging techniques in interstitial lung disease Thorax Published Online First: 18 March 2019. doi: 10.1136/thoraxjnl-2018-211779
- [9] Alfaro TM, Moor CC, Alfieri V, Jeny F, Kreuter M, Wijsenbeek MS, Renzoni EA, Bargagli E, Nunes H, Spagnolo P, Bonella F, Molina-Molina M, Antoniou K, Poletti V. Re-search highlights from the 2018 ERS International Congress: interstitial lung diseases. *ERJ Open Res.* 2019 18;5(1)
- [10] Walsh SLF. Multidisciplinary evaluation of interstitial lung diseases: current insights: Number 1 in the Series "Radiology" Edited by Nicola Sverzellati and Sujal Desai. *Eur Respir Rev.* 2017;26(144).

A SZERZŐK BEMUTATÁSA



Dr. habil. Tárnoki Dávid László PhD a Semmelweis Egyetem Radiológiai Klinikáján dolgozik radiológus szakorvosként és adjunktusként. Angol tanulmányi felelős, az Ultrahang részleg vezetője. Légzőrendszeri ikervizsgálatokból írta PhD dolgozatát, a Magyar Ikerregiszter alapító tagja. A Magyar Radiológus Társaság Ifjúsági Bizottságának előző elnöke ill. az Európai Radiológus Társaság Ifjúsági Szekciójának (RTF) korábbi magyarországi delegáltja. A világ több országában tanult és folytatott kutatómunkát ösztöndíjakkal köszönhetően, Oxfordi Egyetemen az

intersticiális tüdőbetegségek diagnosztikáját sajátította el, ezen témának tanulását hazánkban Dr. Monostori Zsuzsanna és Prof. Dr. Karlinger Kinga tanítványaként folytatta. Németországban vendégorvosként is dolgozott egy éven keresztül. Több mint 17 díjat és elismerést kapott, közte a Markusovszky, Nemzeti Kiválósági és a Junior Prima Primissima díjat. Közel 300, döntően nemzetközi előadás és 150 közlemény szerzője (impakt faktor 130 felett). Az Amerikai Magyar Orvosszövetség Magyar Tagozatának titkára. A Magyar Tudományos Akadémia köztestületi tagja. Egészségügyi menedzser és orvos-közgazdász. Prof. Dr. Müller Veronika vezette ILD team radiológusi tagja. 2019-ben habilitált.



Dr. habil. Tárnoki Ádám Domonkos PhD egyetemi adjunktusként dolgozik az SE Radiológiai Klinikáján, német tanulmányi felelős, a Magyar Radiológus Társaság Ifjúsági Bizottság tagja, a Magyar Radiológia folyóirat főszerkesztő-helyettese. A Magyar Ikerregiszter alapító tagja, doktori értekezését kardiovaszkuláris ikervizsgálatokból írta. A világ több országában tanult és folytatott kutatómunkát számos ösztöndíjakkal köszönhetően, Barcelonában Cáceres Professzor tanítványaként a gócos és intersticiális tüdőbetegségeket tanulmányozta, melyet Dr. Monostori Zsuzsanna

és Prof. Dr. Karlinger Kinga tanítványaként idehaza folytatta. Németországban vendégorvosként is dolgozott. Több mint 17 díjat és elismerést kapott, közte a Markusovszky, Nemzeti Kiválósági és a Junior Prima Primissima díjat. Közel 300, döntően nemzetközi előadás és 150 közlemény szerzője (impakt faktor 130 felett). Az Amerikai Magyar Orvosszövetség Magyar Tagozatának alelnöke. A Magyar Tudományos Akadémia köztestületi tagja, az Európai Tüdőgyógyász Társaság (ERS) Képző Szekciójának titkára. Egészségügyi menedzser és orvos-közgazdász. Prof. Dr. Müller Veronika vezette ILD team radiológusi tagja. 2019-ben habilitált.