

# 3. Félévi beszámoló (2024/25 – őszi félév)

Mázik László ([mazik.laszlo@ek.hun-ren.hu](mailto:mazik.laszlo@ek.hun-ren.hu))

**Doktori program:** Statisztikus Fizika, Biológiai Fizika és Kvantumrendszerek Fizikája doktori program, nappali tagozat

**Témavezető:** Madas Balázs Gergely, HUN-REN Energiatudományi kutatóközpont

**A PhD téma címe:** Kis dózisok biológiai hatásának vizsgálata

## Bevezetés:

Folytattam a korábban elkezdett adatfeldolgozást egy gyógyszergyártó cég számára, amely daganatos betegek kezelését célzó kutatásokhoz végzett egérkísérleteket. Az állatokat két csoportra osztották, mindkettőbe radioaktív anyagot juttattak be, majd az injekció után meghatározott időpontokban (5, 10, 15 perc) boncolták fel őket. Ez idő alatt az anyag szétoszlott a szervezetükben, a mérések célja pedig az volt, hogy meghatározzák, mely szervekben mely elemek halmozódnak fel szívesebben. Az egyik csoport nagy tisztaságú radioaktív anyagot kapott, míg a másik ennek teljes tisztasággal a leányelemét.

## A kutatásom célja:

Kutatásom célja a radiofarmakológia mélyebb megismerése, különös tekintettel a radioaktív anyagok szervezeten belüli eloszlására és transzportjára. Ehhez egérkísérletekből származó sugárzási adatokat elemeztem, majd az eredmények alapján kompartment-modell szimulációkat végeztem. A modell segítségével pontosabb képet alkothatok az anyagtranszport sebességéről és mintázatairól, ami hozzájárul a radioaktív gyógyszerek hatásmechanizmusának alaposabb megértéséhez.

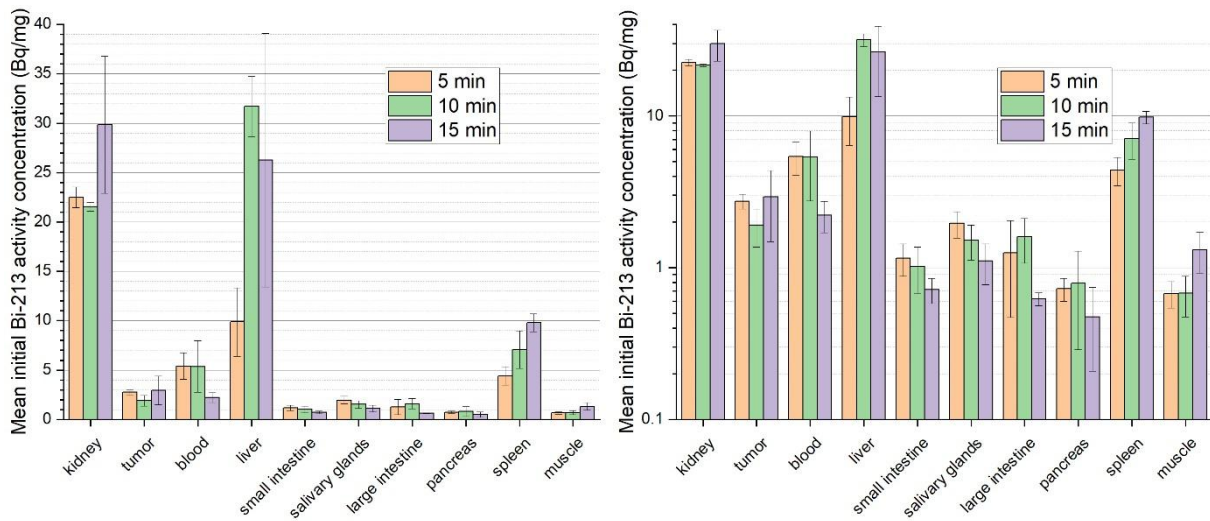
## Aktuális félévben elvégzett kutatásaim ismertetése:

A leányelemet megkapó egerekről szerveiről rögzített adatok feldolgozásával kezdtem hozzá. Az aktivitások meghatározásához először a gamma-számláló adott ablakában mért CPM értékeket elemeztem. Az adatokra exponenciális bomlási görbét illesztettem, amelynek paramétereit nemnegatív értékekre korlátoztam. Az illesztéshez az Origin programot használtam.

Az illesztést egy iterációs algoritmussal végeztem, figyelembe véve a műszeres bizonytalanságot, míg az idő bizonytalanságát nullának tekintettem. A kalibráció során ismert aktivitású minta segítségével határoztam meg a CPM és az aktivitás kapcsolatát, amelyet lineáris illesztéssel írtam le. Nem minden bomlás jár egy adott energiájú gamma-foton kibocsátásával. A detektorok hatásfoka is kulcsszerepet játszik, és az aktivitás időben változik. Ezért a mért CPM értékek alapján körültekintően kell kiszámítanunk az aktivitást becquerelben (Bq).

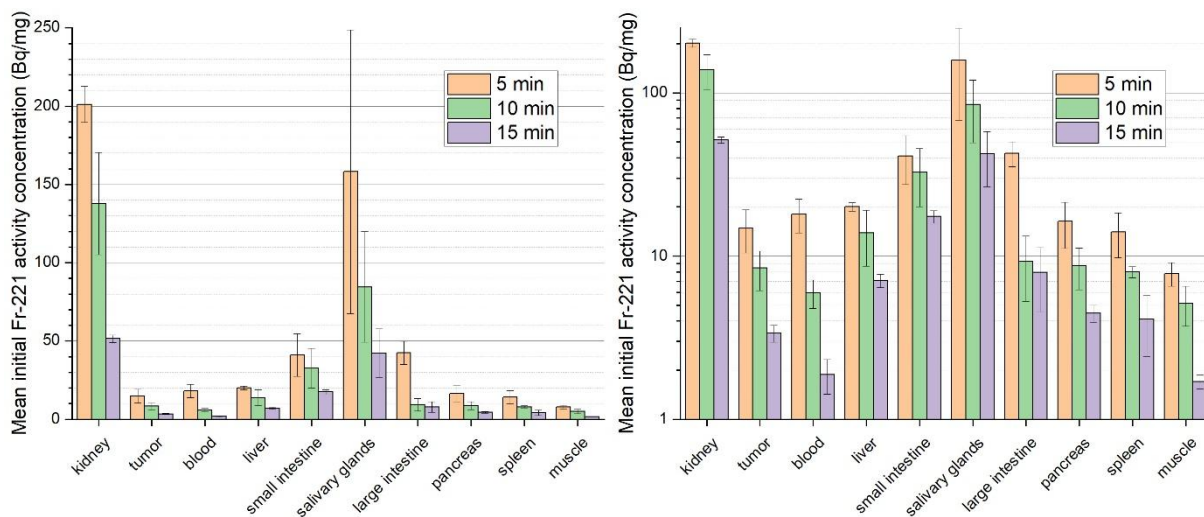
A kapott meredekségi érték alapján kiszámítottam és táblázatba rendeztem az aktivitásokat. Három független mérés átlagértékeit is meghatároztam és ábrázoltam. A bizonytalanságokat a lineáris terjedés elve szerint számítottam. Az aktivitáskoncentrációkat a szervek tömegére normáltam, a tömeg bizonytalanságát nullának tekintve. Ezeket az eredményeket 6 különböző

származtatott értékeként is ábrázoltam, ilyen például a boncoláskori aktivitáskonzentráció a vérben lévő aktivitáskonzentrációhoz képest, vagy az adott szervben lévő aktivitás aránya a beinjektálthoz képest, stb.



1. ábra: A leányelem átlagos aktivitáskonzentrációi különböző szervekben a boncolás időpontjában. Ugyanezek az adatok lineáris skálán (bal oldali panel) és logaritmikus skálán (jobb oldali panel) vannak ábrázolva. A különböző színekhez különböző időben felboncolt egerek adatai tartoznak. Az oszlopokon fekete pálcikákkal a szórás van ábrázolva, amit a megfelelő 3-3 adat értékei alapján határoztunk meg.

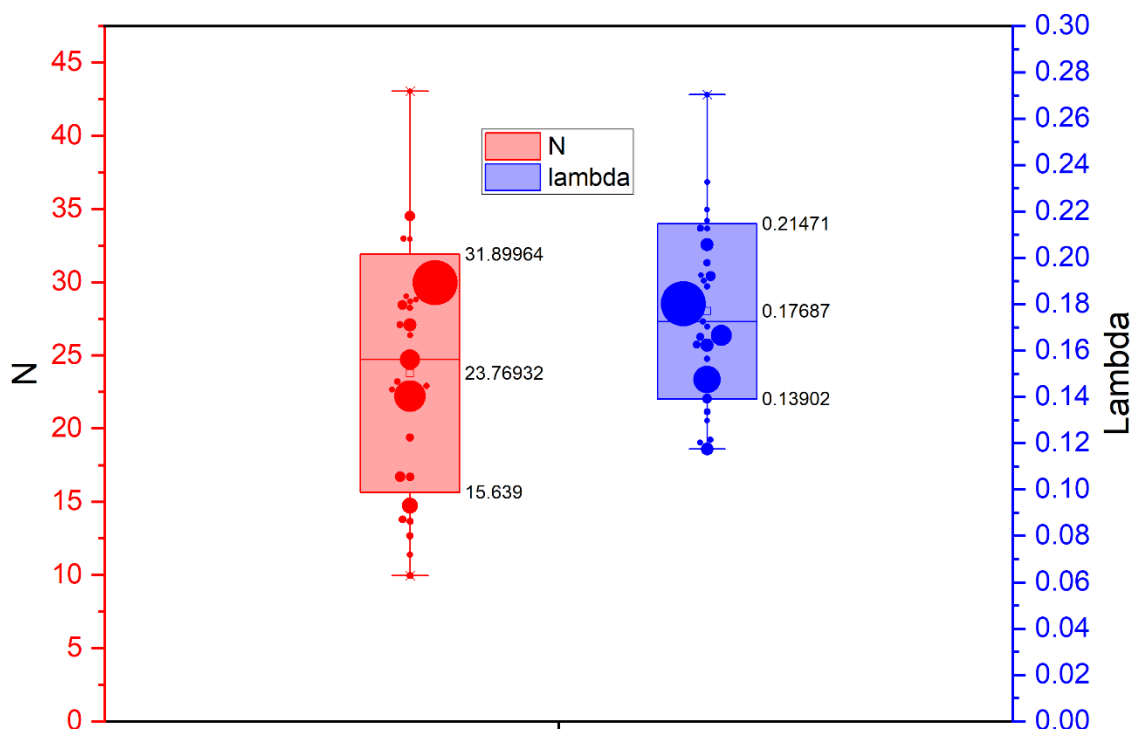
A leányelem alfabomlását nagyobb energiájú gamma-foton követi, mint az anyaelemét, ami jelet ad a spektrum azon részén is, ahol az anyaelem eredetét jelző gammafoton energiája van. Csupán a leányelem alkalmazásával végzett kísérletek adatainak felhasználásával meghatároztam, hogy a leányelem mekkora arányban ad jelet az anyaelemhez tartozó spektrális tartományban. Ezt figyelembe véve dolgoztam fel a másik csoport egereinek szerveiről rögzített adatokat. Az illesztési függvényt a Bateman-egyenletek alapján számítottam ki. A kapott eredményeket az előző csoportéval azonos módon, 6 különböző formában ábrázoltam. A teljesség igénye nélkül az előző ábrán bemutatott mennyiségeket a következő ábrán most az anyaelemre vonatkozóan mutatom be.



2. ábra: Az anyaelem átlagos aktivitáskonzentrációi különböző szervekben a boncolás időpontjában. Ugyanezek az adatok lineáris skálán (bal oldali panel) és logaritmikus skálán (jobb oldali panel) vannak ábrázolva. A különböző színekhez különböző időben felboncolt egerek adatai tartoznak. Az oszlopokon fekete pálcikákkal a szórás van ábrázolva, amit a megfelelő 3-3 adat értékei alapján határoztunk meg.

A kompartment-modellem jelenleg bővítés alatt áll. Jelenleg csak a vér és a vese adatait használtam fel, és ezek alapján végeztem a paraméterek illesztését a SAAM II program segítségével. Vizsgáltam, hogyan változnak az eredményeim, ha az egereknek a bomló anyag beadását pillanatszerűnek tekintem, illetve ha különböző időtartamú infúzióval számolok. Mivel 3-3 egeret boncoltak fel 5, 10 és 15 perccel az injekció beadását követően mindkét csoportban, ezért végeztem illesztéseket 27 különböző adathármasra, ahol az 5, 10 és 15 perces egerekből volt 1-1. Vizsgáltam ezen felül átlagolva a rájuk jellemző értékeket.

Érdeemes kiemelni, hogy ideális esetben a kompartment-modellhez az adatokat úgy szereznék, hogy mindegyik egér szerveiben mérjük az aktivitásokat 5, 10 és 15 perccel (vagy akár gyakrabban) az injektálás után. Azonban a méréshez boncolás szükséges, és ezután hiába próbálnánk a testeket "kirakós darabjaiként" összerakni, a biokinetika már nem működne zavartalanul.



3. ábra: a vérben lévő adathalmazból a korábban leírt módon kiválasztott 27 darab adathármasra illesztéssel kapott paraméterek. A boxon túlnyúló karok a legmagasabb és legkisebb értékeket jelölik, a boksztól a boksztól van az értékek átlaga és a boksztól a boksztól azok szórása. Ezek számértékkel is fel vannak címkézve. Az egyes kapott paraméterek körökkel vannak feltüntetve és a sugaruk az illesztés során meghatározott bizonytalansággal fordítottan arányosak.

Az illesztés során azt feltételeztem, hogy a vérben lévő anyagmennyiségnek van egy biokinetikai üritése, ami a lambda paraméter és van egy kezdeti mennyisége, ami az N. Az N értékei az összesen beinjektált anyagmennyiséghez vannak viszonyítva és százalékosan ábrázolva.

#### Tanulmányi tevékenység az aktuális félévben:

Biomechanika és biooptika EA (ff5t1v03)

Elméleti evolúcióbíológia EA (FIZ/3/005E)

#### Elvégzett kurzusok külföldön:

EURADOS-ICRP Training Course on the Theory and Practical Application of Codes for the Determination of Dose After Internal Contamination (organized in cooperation with IRSN), Fontenay-aux-Roses (Párizs), Franciaország, október 14-18.