

Semmelweis Egyetem Általános Orvostudományi Kar - osztatlan általános orvos képzés
A gesztorintézet (és az esetleges közreműködő intézetek) megnevezése:
Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet

A tárgy neve: Modern mikroszkópos módszerek az orvostudományban

Angol neve: Modern microscopy methods in medical science

Német neve: Moderne Mikroskopiemethoden in der Medizin

Tantárgy kreditértéke: 2

Szemeszter: 3. szemeszter

(amelyben a mintatanterv szerint történik a tantárgy oktatása)

Heti óraszám	Előadás	Gyakorlat	Szeminárium
2.0	2.0	0.0	0.0

Féléves óraszám	Előadás	Gyakorlat	Szeminárium
0.0	0.0	0.0	0.0

Tantárgy típusa:

szabadon választható

Tanév:

2026/27

Kötelezően- vagy szabadon választható tantárgy esetén a képzés nyelve:

magyar

Tantárgy kódja:

AOSFIZ1179_1M

(Új tárgy esetén Dékáni Hivatal tölti ki, jóváhagyást követően)

Tantárgyfelelős neve: Dr. Kellermayer Miklós (Intézet igazgató)

Tantárgyfelelős munkahelye, telefonos elérhetősége: SE Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet,
06-1-4591500/60200

Tantárgyfelelős beosztása: egyetemi tanár, igazgató

Tantárgyfelelős habilitációjának kelte és száma: 2004 PTE ÁOK 7/2004/habil

A tantárgy oktatásának célkitűzése, helye az orvosképzés kurrikulumában:

A tantárgy célja, hogy a graduális képzésben résztvevő hallgatók, már a képzésük során elsajátíthassák a modern mikroszkópos technikák alapjait, amellyel szinte kivétel nélkül találkozni fognak a későbbi pályájuk során. A kurzus során a hallgatók részletes képet kapnak az orvostudományban már használt, és a jövőben egyre nagyobb teret nyerő mikroszkópos képalkotási módszerek előnyeiről, hátrányairól, alkalmazhatóságairól a különböző tudományterületeken belül. A kurzus elvégzésével a hallgatók képesek lesznek

önállóan értelmezni a különböző módszerekkel készült képeket, képesek lesznek önállóan kiválasztani a megfelelő módszert tudományos kérdések megválaszolásához. A képzés során birtokukba kerül a készülék-paraméterek jelentésének és a képminőségre gyakorolt hatásainak értelmezéséhez szükséges elméleti tudás.

A tantárgy feldolgozásának módja (előadás, csoportmunka, gyakorlat stb.):

előadás

A tárgy sikeres elvégzése milyen kompetenciák megszerzését eredményezi:

A fénymikroszkópok általános ismerete, a különböző fényutak és megvilágítási rendszerek fizikai alapjainak megértése. A mikroszkópos kép kialakulása hátterének megértése, a képek észlelésének és rögzítésének folyamata. A digitális képalkotás megértése, a különböző detektorok működési alapjainak elsajátítása. A pixel, voxel fogalmak tisztázása és a 3D rekonstrukció folyamatának megértése. A fluoreszcencia folyamatának és alkalmazásának megértése. A különböző megvilágítási rendszerrel készült mikroszkópos képek limitációinak ismerete. A széles körben alkalmazott fénymikroszkópos technikák elméletének és gyakorlatának bemutatása. A speciális mikroszkópos módszerek (atomierő-, elektronmikroszkópia) elméletének megismerése és gyakorlati alkalmazásainak ismerete. Különböző korrelációs mikroszkópi technikák ismerete, valamint a korrelációval nyerhető plusz előnyök ismerete és megértése. Különböző jelölési stratégiák elméletének és gyakorlatának megismerése.

Tantárgyi kimeneti javaslat (kapcsolódó tárgyak megjelölése KÓDJA):

A tárgy felvételéhez, illetve elsajátításához szükséges előtanulmányi feltétel(ek):

Orvosi biofizika II.

Több féléves tárgy esetén a párhuzamos felvétel lehetőségére, illetve engedélyezésének felvételeire vonatkozó álláspont:

-.

A kurzus megindításának hallgatói létszámfeltételei (minimum, maximum), a hallgatók kiválasztásának módja:

Minimum 10 fő esetén a kurzust elindítjuk, a maximális létszám 22 fő. Neptunban történő jelentkezés alapján

A tárgy részletes tematikája amennyiben a tárgy modulokra osztható, kérem jelezze):

(Az elméleti és gyakorlati oktatást órákra (hetekre) lebontva, sorszámozva külön-külön kell megadni, az előadók és a gyakorlati oktatók nevének feltüntetésével, megjelölve a vendégoktatókat. Mellékletben nem csatolható! Vendégoktatókra vonatkozóan minden esetben szükséges CV csatolása!)

Hét	foglalkozás címe
1	A mikroszkópia alapjai, a fény jellemzői (Kellermayer Miklós)
2	Kontrasztosítási eljárások, fáziskontraszt-mikroszkópia, DIC (KM)
3	Fluoreszcencia mikroszkópia, fluorofórok (Török György)
4	Különböző megvilágítási rendszerek 1. widefield, TIRF mikroszkópia (TGy)
5	Különböző megvilágítási rendszerek 2. konfokális -, light-sheet mikroszkópia (TGy)
6	Különböző megvilágítási rendszerek 3. multifoton mikroszkópia (KM)
7	Szuperrezolúciós mikroszkópia, strukturális megvilágítás SSIM, Lattice-LS (Kiss Balázs)
8	Szuperrezolúciós mikroszkópia, lokalizáción alapuló technikák, STORM, PALM (TGy)
9	Szuperrezolúciós mikroszkópia, STED, MINIFLUX (TGy)
10	Fluoreszcencián alapuló mérések, FLIM, FCS (Schay Gusztáv)
11	Atomierő mikroszkópia, AFM, STM, MFM, FFM (Kiss Bálint)
12	Elektronmikroszkópia, SEM, TEM (Kiss Balázs)
13	Korrelatív mikroszkópia, STED-AFM, STED-FLIM-FCS (Kiss Bálint-Török György)
14	Jelölési stratégiák, immunjelölés, bioorthogonális jelölés, PAINT (TGy)

Oktatók: Kellermayer Miklós, Kiss Balázs, Kiss Bálint, Schay Gusztáv, Török György (Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet)

Az adott tantárgy határterületi kérdéseit érintő egyéb tárgyak (kötelező és választható tárgyak egyaránt!). A tematikák lehetséges átfedései (ezek egyeztetése és az átfedések minimalizálása) - KÓDJÁNAK kiválasztása kötelező):

A foglalkozásokon való részvétel követelményei és a távolmaradás pótlásának lehetősége, az igazolás módja a foglalkozásokról való távollét esetén:

Nincsen részvételi követelmény.

**A megszerzett ismeretek ellenőrzésének módja a szorgalmi időszakban (beszámoló, zárthelyi dolgozatok száma témaköre és időpontja, értékelésbe beszámításuk módja, pótlásuk és javításuk lehetősége):
(beszámoló, zárthelyi dolgozatok száma témaköre és időpontja, értékelésbe beszámításuk módja, pótlásuk és javításuk lehetősége)**

Hetente -nem kötelező - online tesztek megoldása, amelyek nem számítanak bele az értékelésbe

A hallgató egyéni munkával megoldandó feladatainak száma és típusa, ezek leadási határideje:

A félév aláírásának feltételei:

Nincsen.

Számonkérés típusa:

kollokvium

Vizsgakövetelmények (tételsor, tesztvizsga témakörei, ill. a vizsgaként elismert projektfeladat választható témakörei)

A vizsga anyaga az **előadásokon elhangzott ismeretek.**

Módja: írásbeli és szóbeli.

Tételsor:

Melyik paraméter határozza meg leginkább a felbontást a fénymikroszkópiában?

Melyik technika lépi túl a diffrakciós határt strukturál megvilágítás alkalmazásával?

Melyik szuperfelbontású módszer támaszkodik az egyes molekulák lokalizációjára?

A fény melyik tulajdonsága határozza meg az optikai mikroszkópia felbontásának elméleti határát?

Melyik szűrő engedi, hogy csak a kibocsátott fluoreszcencia érje el a detektort?

A konfokális mikroszkópia elsősorban a következők használatával javítja a z-felbontást:

A konfokális mikroszkópia fő előnye:

Melyik pásztázási mód jellemző a konfokális lézer pásztázó mikroszkópiára?

A spinning disk konfokális mikroszkóp több lyukat használ a következőkhöz:

A TIRF mikroszkópia csak a következő területeken gerjeszti a fluoroforokat:

A TIRF egy evaneszcens mezőt használ, amelyet a következők hoznak létre:

A fénymikroszkópia egyik fő előnye:

A strukturált megvilágítású mikroszkópia (SIM) a következők segítségével javítja a felbontást:

Abbe-törvény szerint a felbontás javul, ha a numerikus apertúra:

A SIM jellemzően a következő tényezővel javítja a felbontást:

A STED mikroszkópia a következők segítségével ér el szuperfelbontást:

A STED-ben a depléciós nyáláb jellemzően a következő alakú:

A STORM a következő módon ér el szuperfelbontást:

A PALM elsősorban abban különbözik a STORM-tól, hogy jellemzően a következőket használja:

A STORM/PALM lokalizációs pontossága akkor javul, ha:

Melyik módszer a legjobb a sűrűn csomagolt fluoroforok felbontására?

Melyik technika használja az kibocsátott jel és a referencia minták közötti interferencia mintákat?

A STORM egy gyakori korlátja:

A fénymikroszkópia különösen hasznos képalkotáshoz:

Melyik paraméter NEM befolyásolja a numerikus apertúrát (NA)?

A fluoreszcens mikroszkópiában a kvantumhozam a következőkre utal:

Kromatikus aberráció azért következik be, mert:

A nagy Stokes-eltolódású fluoroforok előnyösek, mert:

A pontszórási függvény (PSF) leírja:

Melyik fluorofor tulajdonság a legfontosabb a STORM számára?

A szuperfelbontású technikák a diffrakciós határ leküzdésére szolgálnak a következők révén:

Melyik mikroszkópos módszer kínálja a legjobb időbeli felbontást?

A világos látóterű mikroszkópia elsősorban a következőkben mutatkozó különbségekre támaszkodik:

A dikroikus tükör fő funkciója:

Melyik technika minimalizálja a fotokárosodást az élő mintákban?

A rövidebb gerjesztési hullámhosszak általában a következőkhöz vezetnek:

Az axiális felbontás általában rosszabb, mint az oldalirányú felbontás, mert:

Melyik mikroszkóp modalitás a legjobb a plazmamembrán közelében lévő képalkotáshoz?

Melyik megvilágítási módszer csökkenti a fókuszon kívüli gerjesztést?

Az élő sejtek fluoreszcens képalkotásában a fototoxicitás elsősorban a következőkből ered:

Melyik kontrasztnövelő technika alakítja át a fáziseltolódásokat intenzitáskülönbségekké?

A fluoreszcens mikroszkópiában a gerjesztő fény a fluoroforokat a következőkre készíti:

A „Stokes-eltolódás” a következők közötti különbségre utal:

Fotobleaching akkor következik be, amikor egy fluorofor:

A számonkérés egyértelmű, konkrét minimumkövetelménye. (Az elégséges érdemjegy eléréséhez szükséges kötelezően elvárt fogalmak, paraméterek, ábrák, számítások listája, gyakorlati készségek, ill. a vizsgaként elismert projektfeladat témakörei teljesítésének és értékeléseinek kritériuma.) A tanszék honlapján közzétett, a tárgy minimumkövetelményeire mutató hivatkozás

A minimum követelmény: a tesztvizsga (lásd 29. pont) súlyozott átlaga elérje az 50%-ot; de <50% esetében szóban van lehetőség a vizsga kérdéseire adott válaszok értelmezésére, segítséggel való megválaszolására, amely az eredeti eredmény módosítja a szóbeli vizsgáztató megítélése alapján. A szóbeli vizsgarészen a minimum követelmény a vizsgáztató által megítélt 2-es érdemjegy.

Az érdemjegy kialakításának módja és típusa: (Az elméleti és gyakorlati vizsga beszámításának módja, Az évközi számonkérések eredményeinek beszámítási módja, A jegymegajánlás lehetőségei és feltételei)

Írásbeli tesztvizsga (50%-os minimális teljesítményt kell elérni a sikeres vizsgához) és szóbeli vizsga kombinációjával kialakuló végső jegy. (50%-50% súlyozással). A jegyek ötfokozatú skálán (1-5) kerülnek megállapításra (50% alatt 1, 50-60% 2, 60-70% 3, 70-80% 4, 80% fölött 5)

A tantárgy oktatása során alkalmazott mesterséges intelligencia rendszerek és azok felhasználásának módja

A tananyag elsajátításához, a tanulmányi teljesítmény értékelések teljesítéséhez szükséges ismeretek megszerzéséhez felhasználható alapvető jegyzetek, tankönyvek, segédletek és szakirodalom listája, pontosan kijelölve, mely részük ismerete melyik követelmény elsajátításához szükséges (pl. tételenkénti bontásban), a felhasználható fontosabb technikai és egyéb segédeszközök, tanulmányi segédanyagok, egyedi vagy csoportos hallgatói konzultációs lehetőség, amennyiben van:

Online segédanyagok:

Típus	Ajánlott
Cím	
Link	http://biofiz.semmelweis.hu

Típus	Ajánlott
Cím	
Link	https://itc.semmelweis.hu/moodle

Nyomtatott segédanyagok:

Típus	Ajánlott
Szerző	Damjanovich, Fidy, Szöllősi
Cím	Orvosi biofizika
Kiadó	Medicina
Kiadás éve	2006

A tárgyat meghirdető habilitált oktató (tantárgyfelelős) aláírása:

A gesztorintézet igazgatójának aláírása:

Beadás dátuma:
