

Magyar verzió

Semmelweis Egyetem Általános Orvostudományi Kar - orvos osztatlan képzés

A gesztorintézet (és az esetleges közreműködő intézetek) megnevezése:

Élettani Intézet

A tárgy neve: Szívelektrofiziológia

Angol nyelven: Cardiac electrophysiology

Német nyelven: Herz-Elektrophysiologie

Tantárgy kreditértéke: 2

Szemeszter: 1-12. szemeszter

(amelyben a mintatanterv szerint történik a tantárgy oktatása)

Heti óraszám	Előadás	Gyakorlat	Szeminárium
2.0	0.0	0.0	2.0

Féléves óraszám	Előadás	Gyakorlat	Szeminárium
0.0	0.0	0.0	0.0

Tantárgy típusa:

kötelezően választható

Tanév:

2024/25

Kötelezően- vagy szabadon választható tantárgy esetén a képzés nyelve:

magyar

Tantárgy kódja:

AOVELT1055_1M

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

Tantárgyfelelős neve: Dr. Tóth András

Tantárgyfelelős munkahelye, telefonos elérhetősége: Semmelweis Egyetem, Élettani Intézet;
+36-1-459-1500/60436

Tantárgyfelelős beosztása: nyugalmazott egyetemi tanár

Tantárgyfelelős habilitációjának kelte és száma: 18/2009 (SZTE, ÁOK)

A tantárgy oktatásának célkitűzése, helye az orvosképzés kurrikulumában:

A kurzus célja, hogy lehetőleg minden, különösen a kardiológusnak vagy belgyógyásznak készülő orvostanhallgatók számára a legújabb szakirodalmon alapuló, naprakész ismereteket nyújtson, ezáltal lehetővé téve, hogy eleget tegyenek a súlyos, nagyon gyakran halálos kimenetelű szívbetegségek elektrofiziológiai hátterével és ioncsatorna-függő patomechanizmusával kapcsolatos

ismeretekre vonatkozó, előre látható jövőbeli igényeknek, és megkönnyítse számukra a vonatkozó tudományos irodalom minél jobb megértését. A szív elektrofiziológiai mechanizmusaira vonatkozó széleskörű ismereteik jelentősen segíteni fogják a fiatal orvosokat az új, nagy hatékonyságú kardiopharmakológiai hatóanyagok bevezetésében és/vagy az optimális klinikai terápiás stratégiák kiválasztásában. A szív elektromos aktivitásának molekuláris és celluláris alapjaiba való részletes betekintésen keresztül a kurzus lehetőséget kíván nyújtani a hallgatóknak, hogy már hallgatói éveik során összegyűjtsék e kompetenciák fontos részét.

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

Előadás és diszkusszió.

A tárgy sikeres elvégzése milyen kompetenciák megszerzését eredményezi:

A kurzus során a motivált hallgatók átfogó ismereteket szerezhetnek az alábbiakról:

- a szív elektrofiziológiájának biofizikai alapjai; a szívizomsejtek legfontosabb ioncsatornái működésének és szabályozásának alapelvei.
- a szívizom akciós potenciáljainak hátterét képező ionáramok kinetikai tulajdonságai, szabályozása; a repolarizációs tartalék jelentősége; a pitvari és kamrai, illetve a különböző kamrai akciós potenciálok közötti lényeges különbségek molekuláris háttere; valamint az aritmiák alapvető patomechanizmusai.
- a kardiomiociták intracelluláris Ca^{2+} -homeosztázisának alapelvei; az excitáció- kontrakció kapcsolat főbb mechanizmusai; a Ca^{2+} -ciklus funkcionális adaptációja; a Ca^{2+} -függő és Ca^{2+} által facilitált szívbetegségek patomechanizmusai és számos terápiás stratégia.
- a szív ioncsatornáinak hibás működéséhez vezető leggyakoribb genetikai változások.
- a kísérletes szívelektrofiziológiában alkalmazott legfontosabb kísérleti technikák és állatmodellek, valamint az összegyűjtött adatok humán/klinikai relevanciája.

Végül a szemináriumok elméleti anyagán alapuló tudományos bemutatót szervezünk (13. hét), hogy néhány folyamatban lévő tudományos projektből származó kísérleti adatok közös feldolgozásával segítsük az elméleti ismeretek reális, problémaorientált alkalmazását.

Tantárgyi kimeneti javaslat (kapcsolódó tárgyak megjelölése KÓDJA):

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

Orvosi élettan I.

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 5, maximum 24 fő. Túljelentkezés esetén az Orvosi élettan I tantárgy vizsgajegye rangsorol

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!)

Előadás és diszkusszió Prof. Dr. TÓTH András

1. hét: Bevezetés

- A celluláris szintű szívelektrofiziológia szerepe és jelentősége az orvosi gyakorlatban
- Előadás témák
- Történelmi háttér

2. hét: Az elektrofiziológia alapvető összefüggései; az ingerület terjedése a szívizomban

- A transzcelluláris ionmozgások biofizikai alapelvei, Nernst-egyenlet, Donnan-egyensúly, egyensúlyi potenciál
- A nyugalmi potenciál keletkezése és fenntartása
- Az akciós potenciál (AP) keletkezése és terjedése, a „gap junction”-ok szerepe és jelentősége

3. hét: Ioncsatornák

- Az ioncsatornák osztályozása, biofizikai tulajdonságai
- Feszültségfüggő és ligand kapuzott ioncsatornák
- Ioncsatornák és ionáramok kapcsolata a szívben

4. hét: Akciós potenciálok a szívben; a főbb hozzájáruló ioncsatornák/ionáramok

- A szív akciós potenciálok keletkezése, gyors és lassú AP
- Pitvar-kamrai, illetve kamrai regionális különbségek az akciós potenciálokban és az ioncsatornák eloszlásában
- Depolarizáló (Na^+ és Ca^{2+} specifikus) ioncsatornák és -áramok
- Repolarizáló kamrai és pitvarspecifikus K^+ -áramok tulajdonságai (korai/késői, ultrarapid/gyors/lassú, ATP-függő, befelé egyenirányító stb.) és szerepük az AP-ben

5. hét: Szívritmuszavarok (1. rész) - háttér és mechanizmusok

- Aritmiák osztályozása és alapmechanizmusai
- A repolarizációs tartalék jelentősége, csökkenésének következményei
- Az ektópiás (triggerelt) aktivitás és a „reentry” keletkezésének mechanizmusai;
- Kamrai ritmuszavarok: extraszisztolé, tachykardia, torsade (TdP), kamrafibrilláció, hirtelen szívhalál
- Pitvarfibrilláció - kialakulás, progresszió, pitvari remodeling

6. hét: Kísérleti technikák a szívelektrofiziológiában 1. - Mikroelektródalapú mérések

- Preparátumok
- Akciós potenciál mérések hagyományos mikroelektródákkal
- Ionáram-meghatározások "patch clamp" technikával

7. hét: Ca²⁺ homeosztázis szívsejtekben (1. rész)

- Intracelluláris Ca²⁺ kompartmentek, mikro- és nanodomének szívizomsejtekben
- A Ca²⁺ ciklusban részt vevő iontranszport mechanizmusok
- Ca²⁺ transzporterek, főbb jellemzőik és működési elveik
- Az intracelluláris Ca²⁺ mozgások és az AP repolarizáció közötti kapcsolat

8. hét: Ca²⁺ homeosztázis szívizomsejtekben (2. rész)- a homeosztázis szabályozása

- Az excitáció-kontrakció csatolás mechanizmusai és szabályozása
- A szív steady state aktivitásának feltételei - a „fluxus egyensúly” elve, a „lokális kontrol” mechanizmusai, a szarkoplazás retikulum „autoregulációja”
- A szív funkcionális adaptációjának mechanizmusai

9. hét: Szívritmuszavarok (2. rész) - a Ca²⁺ homeosztázis zavarai és szerepük súlyos szívbetegségek kialakulásában és lefolyásában

- Abnormális impulzusok kialakulása és terjedése
- A sejtek Ca²⁺-túlterheléséhez vagy Ca²⁺-deficithez vezető patomechanizmusok
- Ca²⁺-dependens mechanizmusok szerepe az utópotenciálok kialakulásában; Ca²⁺ és pitvarfibrilláció
- Iszkémia/reperfúziós károsodások mechanizmusai; terápiás lehetőségek

- Szív hipertrófia; szívelégtelenség kialakulása és progressziója

10. hét: Kísérleti technikák a szívelektrofiziológiában 2. Optikai technikák

- A fluoreszcens "nyomjelző" molekulák alkalmazásának alapelvei
- "Single & dual wavelength" mérések izolált kardiomiocitákban, valamint izolált intakt szívben
- Új, komplex képalkotó kísérleti technikák - membrán potenciál és Ca²⁺ „mapping”
- Genetikailag kódolt intracelluláris indikátorok

11. hét: A szív ioncsatornák hibás működésének genetikai háttere

- „Long és short QT” szindrómák és klinikai manifesztációjuk
- „Brugada és CPVT” szindrómák és klinikai manifesztációjuk
- CPVT szindróma és klinikai manifesztációja
- A szív génterápiájának alapelvei és jelene

12. hét: Kísérleti (állat)modellek és klinikai jelentőségük

- A kardiológiában alkalmazott kísérleti (állat)modellek előnyei és limitációi
- Kisállat (egér, patkány, tengerimalac) modellek
- Nagyállat (kutya, nyúl, kecske stb.) modellek
- Szívbetegségek kísérletes (állat)modelljei - „in silico” állat és humán modellek
- Az állatmodellekből származó adatok és információk humán relevanciája

13. hét: Antiaritmiás gyógyszerosztályok + néhány példa az aritmiakutatásból

- Az antiaritmiás szerek osztályozása Vaughan Williams által szolgáltatott osztályozása
- A "sicilian gambit" alapelvei - az antiaritmiás gyógyszerosztályok modernizált sémája
- Komplex hatásmechanizmusú és proaritmiás hatóanyagok
- Kísérletes aritmiakutatás - néhány jellemző példa részletes analízise

14. hét: Konzultáció

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:

A szemináriumi tanórák legalább 75%-án részt kell venni.

Az elmaradt részvétel részben pótolható a félév során felajánlott konzultáción.

**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)**

Az előző előadások anyagának megértését két "multiple choice" teszt (10-10 kérdés) + interaktív szóbeli tesztek ellenőrzik az előadások időtartama alatt.

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

Nincs ilyen feladat.

A félév aláírásának feltételei:

A szemináriumi tanórák legalább 75%-án részt kell venni.

Számonkérés típusa:

kollokvium

Vizsgakövetelmények (tételsor, tesztvizsga témakörei, kötelezően elvárt paraméterek, ábrák, fogalmak, számítások listája, gyakorlati készségek ill. a vizsgaként elismert projektfeladat választható témakörei, teljesítésének és értékelésének kritériumai)

A vizsga előtt a vizsgázónak legalább hat előadásból legalább hat olyan témát kell javasolnia, amelyet a legjobban ismer. A javasolt témák közül a vizsgáztató kiválaszt kettőt, amelyeket némi felkészülést követően szóban kell ismertetni. A vizsga könnyítése céljából a vizsgáztató a vizsgázónak mutathat néhány (módosított, szöveg nélküli) előadási diát.

A legfontosabb vizsgakövetelmény az előadási anyagok minél jobb megértése és alkalmazása, az alapvető összefüggések ismerete.

1. előadás:

2. előadás:

3. előadás:

1. Az ioncsatornák legfontosabb jellemzői és osztályozási lehetőségei
2. A legfontosabb feszültségfüggő ioncsatornák jellemzése és szabályozásának elvei
3. A legfontosabb ligandumfüggő ioncsatornák jellemzése és szabályozásának elvei

4. előadás:

1. Az akciós potenciálok és a depolarizáló ionáramok kapcsolata és heterogenitása a szívben
2. Repolarizáló ionáramok a szívben - a repolarizációs tartalék szerepe és jelentősége
3. Pitvarspezifikus, illetve nem szelektív áramok a szívben

5. előadás:

1. Az aritmogenezis feltételei és aritmiák kialakulási mechanizmusai (trigger és szubsztrát)
2. Pitvarfibrilláció kialakulása és progressiója
3. Legfontosabb kamrai aritmiák, kialakulásuk mechanizmusa, hirtelen szívhalál

6. előadás:

1. Szívizomsejt izolációs technikák; ionáramok patch-clamp módszerrel történő meghatározása
2. Multicelluláris szívizom preparátumok; akciós potenciál mérések mikroelektróddal

7. előadás:

1. Legfontosabb Ca^{2+} kompartmentek/mikrodomének szívizomsejtekben
2. Transzszarkolemmális Ca^{2+} transzporterek és transzportmechanizmusok
3. A szarkoplazmás retikulum és a mitokondriumok Ca^{2+} transzportja

8. előadás:

1. Az EC-csatolás alapvető mechanizmusai - a „lokális kontroll” alapelvei
2. A szarkoplazmás retikulum Ca^{2+} felszabadulásának, felvételének és tartalmának szabályozása - a fluxusegyensúly elve
3. A szív funkcionális adaptációjának mechanizmusai

9. előadás:

1. A Ca^{2+} homeosztázis zavarainak szerepe az aritmogenezisben, az utópotenciálok és a „reentry” kialakulásában
2. Intracelluláris Ca^{2+} és Na^{+} túlterhelés kialakulása és következményei; az iszkémia/reperfúziós károsodások kialakulásának mechanizmusai
3. Szívhipertrófia és szívelégtelenség

10. előadás:

1. Ca^{2+} -érzékeny festékek alapvető tulajdonságai; intracelluláris Ca^{2+} -mérések szívműködő sejtekben, és izolált intakt szívben; szubcelluláris Ca^{2+} mérések. Genetikailag kódolt Ca^{2+} indikátorok alkalmazása.
2. A membránpotenciál optikai térképezése (mapping); egyidejű membránpotenciál/ Ca^{2+} mapping

11. előadás:

1. QT-szindrómák és genetikai hátterük; a Ca^{2+} transzporterek genetikai rendellenességeinek következményei
2. Transzgenikus állatmodellek a szívelektrofiziológiában; a humán géntranszfer alapelvei és perspektívái

12. előadás:

1. A kis- és nagyállatmodellek előnyei és korlátai; az állatmodellekből származó adatok és információk humán relevanciája.
2. Az aritmogenezis, az ischaemiás szívbetegség és a szívelégtelenség állatmodelljei.

13. előadás:

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

A vizsgáztató választ ki két egyszerű témát a vizsgázó által javasolt témalistáról.

A vizsga összjegye a két részjegy átlaga:

Kiváló (5): 4.51 - 5.00

Jó (4): 3.51 - 4.50

Elégséges (3): 2.51 - 3.50

Elégséges (2): 2.00 - 2.50

Nem felelt meg (1): 2,00 alatt

A vizsgázó kurzus során mutatott színvonalas aktivitása, illetve a multiple choice tesztek eredményei jelentősen egyszerűsíthetik a vizsgát és szükség esetén javíthatják annak eredményét.

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:

Típus	Kötelező-e	Szerző	Cím	Kiadó	Kiadás éve	Link
Nyomtatott	nem	Ed. O.N Tripathi, U. Ravens and M.C. Sanguinetti	Heart Rate and Rhythm	Springer	2011	
Nyomtatott	nem	D. Bers;	Excitation-Contraction Coupling and Cardiac Contractile Force	Springer	2001	
Nyomtatott	nem	Ed.: R.S. Kass, C.E. Clancy	Basis and Treatment of Cardiac Arrhythmias	Springer	2006	
Nyomtatott	nem	Ed. I. Gussak, C. Antzelevitch	Electrical Diseases of the Heart	Springer	2008	
Nyomtatott	nem	Ed. A. Natale	Handbook of Cardiac Electrophysiology	Informa UK	2007	
Nyomtatott	nem	Sz. Fazekas T., Merkely B., Papp Gy., Tenczer J.	Klinikai szív-elektrofiziológia és aritmológia	Akadémiai Kiadó	2009	

A tárgyat meghirdető habilitált oktató (tantárgyfelelős) aláírása:

A gesztorintézet igazgatójának aláírása:

Beadás dátuma:

Angol verzió

Semmelweis University, Faculty of Medicine - single, long-cycle medical training

Name of the host institution (and any contributing institution):

Élettani Intézet

Name of subject: Szívelektrofiziológia

in English: Cardiac electrophysiology

in German: Herz-Elektrophysiologie

Credit value: 2

Semester: 1-12. szemeszter

(in which the subject is taught according to the curriculum)

Hours per week	Lecture	Practical lesson	Seminar
2.0	0.0	0.0	2.0

Hours per semester	Lecture	Practical lesson	Seminar
0.0	0.0	0.0	0.0

Type of course:

optional

Academic year:

2024/25

Language of instruction (for optional and elective subjects):

magyar

Course code:

(in the case of a new course, to be completed by the Dean's Office, following approval)

Course coordinator name: Dr. Tóth András

Course coordinator location of work, telephone availability: Élettani Intézet,
+36-1-459-1500/60436

Course coordinator position: egyetemi tanár

Course coordinator Date and number of habilitation: 18/2009 (SZTE, ÁOK)

Objective of instruction and its place in the curriculum:

Objectives of the subject, its place in the medical curriculum:

The course is intended to provide up-to-date and extended knowledge based on the latest literature for practically all medical students, especially those planning to be cardiologists or internists in

order to meet a predictable future requirement of a strongly established knowledge related to the electrophysiological background and ion channel dependent pathomechanisms of severe, often lethal heart diseases and to facilitate their better understanding of the corresponding scientific literature. Their expected competent knowledge on cardiac electrophysiological mechanisms will significantly help young MDs to introduce novel, highly effective cardiopharmacological agents and/or to select optimal clinical therapeutic strategies. Via providing a detailed introspection into molecular and cellular basis of the electric activity of the heart the course is willing to offer the students an opportunity to collect an important section of these competences during their student years. During the course the motivated students may collect a comprehensive knowledge on:

- the biophysical basis of cardiac electrophysiology; the principles of operation and regulation of major cardiac ion channels
- the kinetic properties and regulation of ion currents generating cardiac action potentials; the significance of the repolarization reserve; the molecular background of substantial differences between atrial and ventricular and among various ventricular action potentials; and the basic pathomechanisms of arrhythmogenesis
- the principles of intracellular Ca^{2+} homeostasis in cardiomyocytes; the major mechanisms of excitation/contraction coupling; functional adaptation of the Ca^{2+} -cycle; pathomechanisms of Ca^{2+} -dependent and Ca^{2+} -facilitated heart diseases and several therapeutic strategies
- common genetic disturbances leading to malfunction of cardiac ion channels
- most important experimental techniques and animal models applied in experimental cardiac electrophysiology and the human/clinical relevance of the collected data

Finally a practical demonstration (13-th week) based on the material of the seminars is organized in order to help realistic, problem-oriented application of the theoretical knowledge via jointly processing experimental data derived from a few running scientific projects

Method of instruction (lecture, group work, practical lesson, etc.):

Lecture and discussion.

Competencies acquired through completion of course:

Understanding of the human physiology which is foundation of medical practice.

Course outcome (names and codes of related subjects):

Prerequisites for course registration and completion: (CODE):

In the case of multi-semester courses, position on the possibility of and conditions for concurrent registration:

The number of students required to start the course (minimum, maximum), student selection method:

Minimum and maximum number of students registering for the course: Minimum 5 and maximum 80 students

Student selection method in case of oversubscription: chronology of registration in the NEPTUN system.

Detailed course syllabus (if the course can be divided into modules, please indicate): (Theoretical and practical instruction must be broken down into hours (weeks), numbered separately; names of instructors and lecturers must be listed, indicating guest lecturers/instructors. It cannot be attached separately! For guest lecturers, attachment of CV is required in all cases!)

Detailed curriculum (presented & discussed by prof. András TÓTH):

1. week: **Introduction**
 - the role and importance of cellular level cardiac electrophysiology in medical practice
 - historical background
2. week: **Basic contexts of electrophysiology; propagation of stimulus in cardiac muscle**
 - biophysical principles of transcellular ion movements, Nernst equation, Donnan equilibrium, equilibrium potential
 - generation and maintenance of the resting potential
 - generation and propagation of the action potential (AP)
3. week: **Ion channels**
4. week: **Action potentials in the heart; major contributing ion channels/ion currents**
 - generation of the cardiac action potentials, fast and slow AP
 - atrial-ventricular and ventricular regional differences in action potentials and distribution of ion channels
 - Na⁺ and Ca²⁺ specific ion channels and -currents

- properties of various of K⁺ currents (early/late, ultrarapid/rapid/slow, ATP-dependent, inward rectifying, etc.) and their role in the AP
5. week: **Developmental mechanisms of cardiac arrhythmias**
- significance of the repolarization reserve, consequences of its decrease
 - mechanisms of generation of afterpotentials; extrasystole
 - ventricular arrhythmias: torsade de point (TdP), ventricular fibrillation
 - atrial fibrillation
6. week: **Experimental techniques in cardiac electrophysiology 1. - Microelectrode based measurements**
- action potential measurements with conventional microelectrodes
 - ion current determinations using the „patch clamp” technique
7. week: **Ca²⁺ homeostasis in cardiac cells**
- intracellular Ca²⁺ compartments
 - ion transport mechanisms involved in the Ca²⁺ cycle
 - cardiac Ca²⁺ transporters, their major characteristics and principles of function
 - the relationship between intracellular Ca²⁺ movements and AP repolarization
8. week: **The electromechanical coupling (ECc) and its regulation in cardiac cells**
- regulation of the Ca²⁺ transport and -homeostasis
 - conditions for steady state activity of the heart
 - mechanisms of functional adaptation of the heart
9. week: **Perturbations of Ca²⁺ homeostasis and their role in development and progress of a number of heart diseases**
- pathomechanisms leading to cellular Ca²⁺ overload or Ca²⁺ deficit
 - Ca²⁺-dependent and Ca²⁺-facilitated heart diseases
 - afterpotentials and arrhythmogenesis; atrial fibrillation
 - ischemia/reperfusion injury
 - malignant hypertrophy and heart failure
10. week: **Experimental techniques in cardiac electrophysiology 2. Optical techniques**

- basic principles of the application of fluorescent „tracer” molecules
 - „single” and „multichannel” measurements in isolated cardiomyocytes, isolated heart
 - novel, complex imaging (mapping) experimental techniques
11. week: **Experimental (animal) models and their clinical relevance**
- the importance of experimental (animal) models in cardiology
 - small animal (mouse, rat, guinea pig) models
 - large animal (dog, rabbit, goat, etc.) models
 - human relevance of data and information derived from animal models
 - significance of human models and samples
12. week: **Genetic background of malfunction of cardiac ion channels**
- „QT” syndromes and their genetic background
 - consequences of genetics originated disturbances of Ca²⁺ transporters
 - transgenic animal models
13. week: **Antiarrhythmic drug classes + a few examples from arrhythmia research**
- classification of antiarrhythmic drugs provided by Vaughan Williams
 - principles of the „Sicilian Gambit”
 - modernized scheme of antiarrhythmic drug classes
 - a few examples from experimental arrhythmia research
14. week: **Consultation**

Other courses with overlapping topics (obligatory, optional, or elective courses) in interdisciplinary areas. To minimize overlaps, topics should be coordinated. Code(s) of courses (to be provided):

Requirements for attendance, options for making up missed sessions, and method of absence justification:

It is required to attend at least 75% of the seminars (21 of 28 h of seminars).

Missing attendance may be partially compensated at a consultation offered during the semester.

Assessment methods during semester (number, topics, and dates of midterms and reports, method of inclusion in the course grade, opportunities for make-up and improvement of marks):

(number, topics, and dates of midterms and reports, method of inclusion in the course grade, opportunities for make-up and improvement of marks)

Understanding of the material of the previous seminars will be verified by two „multiple choice“ tests (10-10 questions) + interactive during the seminars.

Number and type of individual assignments to be completed, submission deadlines:

N.A.

Requirements for the successful completion of the course:

It is required to attend at least 75% of the seminars (10 seminars).

Missing attendance may be partially compensated at a consultation offered during the semester

Type of assessment:

kollokvium_en

Examination requirements (list of examination topics, subject areas of tests, lists of mandatory parameters, figures, concepts and calculations, practical skills, optional topics for the project assignment recognized as an exam and the criteria for its completion and evaluation)

Before the exam the examinee should suggest at least six topics he/she knows best from at least six seminars. From the suggested topics the examiner will pick two to be orally presented.

The most important requirement is the best possible understanding of the selected seminars.

Seminar 1:

Seminar 2:

Seminar 3:

1. Basic features and classification of ion channels

2. Characterization and principles of regulation of voltage-gated ion channels
3. Characterization and principles of regulation of ligand-gated ion channels

Seminar 4:

1. Heterogeneity of action potentials and depolarizing ion currents in the heart
2. Repolarizing ion currents in the heart - the principle of repolarization reserve
3. Atrium specific, nonselective and anion currents in the heart

Seminar 5:

1. Principal mechanisms of arrhythmogenesis
2. Atrial fibrillation
3. Ventricular arrhythmias

Seminar 6:

1. Cardiomyocyte isolation techniques; patch-clamp measurement
2. Multicellular heart preparations; action potential measurements

Seminar 7:

1. Major Ca^{2+} compartments in cardiomyocytes
2. Trans-sarcolemmal Ca^{2+} transport in cardiomyocytes
3. Ca^{2+} transport in the sarcoplasmic reticulum and in mitochondria

Seminar 8:

1. Principal mechanisms of the EC-coupling - the local control theory
2. Control of Ca^{2+} release and Ca^{2+} content of the sarcoplasmic reticulum
- principle of flux balance
3. Mechanisms of functional adaptation of the heart

Seminar 9:

1. Afterpotentials and arrhythmogenesis
2. Intracellular Ca^{2+} overload and ischemia/reperfusion injury
3. Cardiac hypertrophy and heart failure

Seminar 10:

Basic properties of Ca²⁺-sensitive dyes; Ca²⁺ measurements in isolated single cardiomyocytes and in isolated intact heart; subcellular Ca²⁺ measurements

Optical mapping of membrane potential; principles of using genetically encoded

Ca²⁺ indicators;

Seminar 11:

1. QT syndromes and their genetic background; consequences of genetic disorders of Ca²⁺ transporters

2. Transgenic animal models in cardiac electrophysiology - principles and perspectives of human gene transfer

Seminar 12:

1. Advantages and limitations of small and large animal models; relevance of data and information derived from animal models human

2. Animal models of arrhythmogenesis, ischemic heart disease and heart failure
human relevance of data and information derived from animal models

Seminar 13:

Method and type of grading (Share of theoretical and practical examinations in the overall evaluation. Inclusion of the results in the end-of-term assessment. Possibilities of and conditions for offered grades.): (Share of theoretical and practical examinations in the overall evaluation, Inclusion of the results in the end-of-term assessment, Possibilities of and conditions for offered grades)

Two simple topics from the corresponding topic list will be picked randomly by the examinee.

The overall grade of the exam is the mean of two partial grades:

Excellent (5): 4.51 - 5.00

Good (4): 3.51 - 4.50

Satisfactory (3): 2.51 - 3.50

Pass (2): 2.00 - 2.50

Fail (1): below 2.00

List of coursebooks, textbooks, study aids and literature facilitating the acquisition of knowledge to complete the course and included in the assessment, precisely indicating which requirement each item is related to (e.g., topic by topic) as well as a list of important technical and other applicable study aids; possibility of individual or group student consultation, if available:

Type	Required	Author	Title	Publisher	Year of publication	Link
Printed	nem	Ed. O.N Tripathi, U. Ravens and M.C. Sanguinetti	Heart Rate and Rhythm	Springer	2011	
Printed	nem	D. Bers	Excitation-Contraction Coupling and Cardiac Contractile Force	Springer	2001	
Printed	nem	Ed.: R.S. Kass, C.E. Clancy	Basis and Treatment of Cardiac Arrhythmias	Springer	2006	
Printed	nem	Ed. I. Gussak, C. Antzelevitch	Electrical Diseases of the Heart	Springer	2008	
Printed	nem	Ed. A. Natale	Handbook of Cardiac Electrophysiology	Informa UK	2007	
Printed	nem	Sz. Fazekas T., Merkely B., Papp Gy., Tenczer J.	Klinikai szív-elektrofiziológia és aritmológia	Akadémiai Kiadó	2009	

Signature of habilitated instructor (course coordinator) announcing the course:

Signature of the director of the host institution:

Date of submission:
