

Тема: „Теоретични основи и методи за изследване *in vitro* на биомеханични характеристики на биологични тъкани“

“Theoretical basis and methods for *in vitro* investigation of the biomechanical characteristics of biological tissues”

Титуляр на курса: доц. Мария Антонова

Assoc. prof. Mariya Antonova

Тел. 02 9792167, 0896607720

E-mail: mariya.antonova@gmail.com

m.antonova@inb.bas.bg

Хорариум: 30 учебни часа

Метод за оценяване: събеседване

Анотация на специализирания курс:

Предлаганият специализиран курс е предназначен за докторанти - биолози, фармацевти и медици, но може да се посещава и от докторанти с други специалности, които работят върху охарактеризиране на физиологичното поведение на биологични тъкани в норма и патология, както и върху изследвания на фармакологични и физически въздействия върху това поведение, когато е изключена нервната и хуморална регулация на живия организъм.

Целта на курса е да бъдат обхванати различни методики за изследване на непосредственото влияние на различни въздействия и заболявания върху биомеханични (вискозо-еластични) характеристики на витални тъкани *in vitro*. По принцип разглежданите методики са приложими за различни биологични тъкани като кръвоносни съдове, кожа, различни препарати от вътрешни органи, особено такива с гладка мускулатура, но в курса ще бъде разглеждано приложението им специално върху кръвоносни съдове. Познаването на вискозо-еластичността на биологични тъкани може да се разглежда като допълнителен асортимент от изследвания, който допринася за по-пълното описание на техните характеристики и поведение в различни условия, както и непосредствената реакция на тъканите при промяна на условията. Получените чрез експерименталните изследвания стойности на биомеханичните характеристики могат да бъдат използвани при математическо моделиране на поведението на изследваните тъкани. Тези знания ще бъдат в помощ на докторантите в тяхното обучение, а също и ще допринесат за обоснован оптимален избор на метод за провеждане на предвиждани изследвания.

Тематиката е разпределена в 15 въпроса, като занятията се провеждат във вид на семинари, лекции или съчетано лекции с практически занятия - общо 30 часа, от които 15 часа лекции. Започва се с общ преглед на основни въпроси по физиология на гладките мускули и сърдечносъдовата система, предназначен главно за немедици. Тази първа част от курса е предназначена да опише проблематиката при изследването на съдовата стена *in vitro*, като очертае възможностите на биомеханичното изследване с цел определяне на непосредственото действие на физични, патологични и медикаментозни фактори върху нея. Освен въпросите за

физиология на синапса и гладките мускули, както и нервната и хуморална регулация на съдовия тонус, които могат да бъдат подготвени от всеки учебник по физиология от последните години, въпросите за кръвообращението и особено за налягане и скорост на кръвния поток и хидравлични съпротивления, са разгледани от гледна точка на хидродинамиката с приложение в хемодинамиката. Втората част от курса представлява въведение в биомеханиката на съдовата стена, елементи от теорията на вискозо-еластичността и възможностите за *in vitro* изследването ѝ при биологични препарати. Разглеждат се методи за едномерно и двумерно определяне на статични еластични характеристики, метод на принудените трептения, електрична и механична стимулация на препарати. Използваният математически апарат е адаптиран към спецификата на обучение на биолози, фармацевти и медици, така че да не ги затруднява с излишни подробности, като е обърнато специално внимание на физическия смисъл на прилаганите методики за изследване, както и на използваните величини и зависимости, а също и на възможностите за интерпретиране на получените резултати.

Различните методики са изяснени в отделни въпроси, като специално внимание е обърнато на тези, които могат да бъдат прилагани у нас, без да са пренебрегнати широко използваните и в чужбина. Предвижда се симултанно практическо обучение с някои от методиките при колеги, които ги прилагат в изследователската си дейност.

СЪДЪРЖАНИЕ НА УЧЕБНАТА ПРОГРАМА:

№	Тема на занятието:	Брой и вид часове
1	Значение на биомеханиката на артериалната стена за физиологията и патофизиологията на сърдечносъдовата система	1 час лекции
2	Физиология на синапса. Видове синапси. Характеристика на провеждането в химичните синапси	1 час семинар
3	Физиология на гладките мускули. Морфологични и функционални особености	2 часа семинар
4	Кръвообращение. Структурни и функционални особености на кръвоносните съдове.	1 час лекции 1 час семинар
5	Налягане и скорост на кръвния поток	1 час лекции 1 час семинар
6	Нервна и хуморална регулация на съдовия тонус. Регулация на кръвния поток. Регулация на кръвното налягане	2 часа семинар
7	Хидравлични съпротивления във връзка с определянето на съпротивленията в кръвоносната система	2 часа лекции
8	Въведение в биомеханиката на гладкомускулни тъкани, модели на артериалната стена	2 часа лекции
9	Методи за едномерно и двумерно определяне на статични еластични характеристики	1 час лекции
10	Метод на принудените трептения за определяне на вискозо-еластични характеристики. Сигово смущение. Кинематично хармонично смущение	2 часа лекции
11	Трептения при нелинейна еластичност	1 час лекции,
12	Методи за качествено определяне на еластичността на гладкомускулни тъкани	2 часа лекции 2 часа практическо занятие
13	Особености на експериментите с биологични тъкани. Запазване на виталността на изследваните тъкани по време на експеримента	1 час лекции, 1 час практическо занятие
14	Методи за отпрепарирание на кръвоносни съдове и подготвяне на препарати от тях	1 час лекции, 2 часа практическо занятие
15	Експерименти с аорта на плъх. Протокол на експеримента. Определяни величини и зависимости	3 часа практически занятия

The present specialized course “Theoretical basis and methods for *in vitro* investigation of the biomechanical characteristics of biological tissues” is intended for PhD students with a previous specialty mainly in biology, pharmacy, and medicine but it could be also useful for PhD students with any other specialty who are working on the characterization of the physiological behavior of biological tissues in norm and pathology as well as who are studying the pharmacological and physical influences on that behavior when the neural and humoral regulation of the living organism is eliminated.

The purpose of the course is the PhD students to be educated in different methods for investigation of the direct effect of various influences and diseases on the biomechanical characteristics (viscoelasticity) of vital tissue preparations *in vitro*. The methods described in the course are applicable on various biological tissues (blood vessels, skin, and various organs especially with smooth muscle) but here blood vessels will be especially taken in mind. The knowledge about the biological tissues viscoelasticity might be considered as additional assortment of investigations that might contribute to a complete description of their characteristics and behavior in various conditions as well as the direct response of the tissues on the environmental changes. The values of the biomechanical characteristics could be used in mathematical modeling of the studied tissues behavior. That knowledge might be helpful to the PhD students in their education as well as they would contribute to a well-grounded optimal choice of the method for envisaged method of investigation.

The material is separated in 15 topics. The presentation is planned as seminars, lessons or lessons with practical class - the whole program in 30 hours (15 hours lessons). It begins with the basic principles in physiology of smooth muscles and the cardiovascular system that is directed especially to non-medics. This first part is designed to describe the problems in blood vessels wall studies *in vitro*, outlining the opportunities of the biomechanics aimed to obtain the direct effect of physical, pathological, and drug factors on it. Except the lessons on synapse and smooth muscles physiology and neural and humoral regulation of the vessel tone, the lessons of the circulation and especially on blood pressure and velocity as well as on hydraulic resistance, are considered from a hydrodynamic point of view with application in the hemodynamics. The second part of the course presents an introduction into the blood vessels biomechanics, some elements of the viscoelasticity theory and the opportunities for its application in studying *in vitro* of biological tissues. Methods for uni- and bi-axial static experiments are considered as well as the method of force oscillations, electric and mechanical stimulation of preparations. The mathematical apparatus used, is adapted to the specificity of biological, pharmaceutical, and medical education with the idea not to be too much trouble for these specialists. A special attention is paid to the physical meaning of the used methods, quantities, and dependencies as well as to the interpretation of the experimental results.

Every method is developed in a separate item with a special view to those that might be applied here but without disregarding the methods widely used abroad. There is an opportunity for practical education on some of the methods with colleagues, who apply them in their research.

EDUCATION PROGRAM CONTENT:

№	Topic	Workload
1	Importance of biomechanics of the arterial vessel wall for the physiology and pathophysiology of the cardiovascular system	1 h lessons
2	Synaps physiology. Synapses. Conduction characteristics in the chemical synapses	1 h seminar
3	Physiology of the smooth muscles. Morphological and functional peculiarities	2 h seminar
4	Circulation. Structural and functional features of the blood vessels.	1 h lessons, 1 h practical class
5	Arterial blood pressure and blood flow velocity	1 h lessons, 1 h practical class
6	Nervous and humoral regulation of the blood vessel tone. Regulation of the blood flow. Regulation of the arterial blood pressure	2 h seminar
7	Hydraulic resistance linked to the estimation of the cardiovascular system resistance	2 h lessons
8	Introduction into biomechanics of smooth muscle tissues. Models of the arterial wall	2 h lessons
9	Methods for uni-axial and bi-axial investigation of static elastic characteristics	1 h lessons
10	Method of forced oscillations for assessment of the viscoelastic characteristics. Force excitations. Kinematic harmonic excitation	2 h lessons
11	Oscillations in nonlinear elasticity	1 h lessons
12	Methods for qualitative assessment of the smooth muscle tissues elasticity	2 h lessons, 2 h practical class
13	Peculiarities of the experiments with biological tissues. Preservation of the specimen vitality during the experiment	1 h lessons, 1 h practical class
14	Methods for preparation of blood vessels	1 h lessons, 2 h practical class
15	Experiments with rat aorta preparation. Experimental protocol. Estimated quantities and dependencies	3 h practical class