

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ФАКУЛЬТЕТ БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ
Кафедра **БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

ЗВІТ
ПРО ПРОХОДЖЕННЯ ПЕДАГОГІЧНОЇ ПРАКТИКИ

Аспіранта (ки)

Мельник Ганни Віталіївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

Освітня програма третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти ступеня
«доктор філософії»

Спеціальність 163 «Біомедична інженерія»

за спеціалізацією «Біомедична інженерія»

(назва)

2 рік навчання, група **БМ-91ф**

База практики Кафедра біомедичної інженерії факультету біомедичної
інженерії «КПІ імені Ігоря Сікорського» в м. Києві

(назва підприємства, установи)

Терміни практики

З «**14**» грудня **2020** р. По «**27**» грудня **2020** р.

Науковий керівник аспіранта

Д.м.н., зав. каф. ББЗЛ Худецький І. Ю.

(вчене звання, ППБ, посада)

(підпис)

Керівники практики від кафедри:

Д.т.н., зав. каф. БМІ Шликов В. В.

(вчене звання, ППБ, посада)

(підпис)

Київ – 2020 р.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
АНОТАЦІЯ	4
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	7
1.1 3 Лекції	7
1.2 3 Практика	15
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА ПЕДАГОГІЧНОЇ ПРАКТИКИ	21
2.1 Методичні рекомендації до проведення лекційних занять	21
2.1.1 Лекційне заняття №1	21
2.1.2 Лекційне заняття №2	24
2.2 Методичні рекомендації до проведення практичних занять	26
2.2.1 Практичне заняття №1	26
2.2.2 Практичне заняття №2	28
ВИСНОВКИ	30
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	31
ДОДАТОК А Лекція №1	35
ДОДАТОК Б Лекція №2	60
ДОДАТОК В Практичне заняття №1	75
ДОДАТОК Г Практичне заняття №2	85
ДОДАТОК Д Тест	100

ВСТУП

В клініці внутрішніх хвороб у комплексному лікуванні, реабілітації і профілактиці захворювань особлива роль належить фізичним методам. В даний час використовуються як природні фізичні чинники - клімат, мінеральні води, грязі, так і преформовані - різноманітні види енергії, одержувані за допомогою спеціальних апаратів.

Клінічні й експериментальні дослідження, проведені в останні роки показали, що фізичні чинники можуть доповнювати або замінити багато методів медикаментозної терапії на всіх етапах лікування і реабілітації хворих. Останніми роками з'явилися нові методи фізіотерапії (КВЧ-терапія, лазеротерапія, магнітотерапія та ін.), розширені показання й уточнені протипоказання до проведення фізіотерапевтичних методів лікування, створені нові методики й апарати.

За час проходження педагогічної практики на базі кафедри біомедичної інженерії факультету біомедичної інженерії «КПІ імені Ігоря Сікорського» в м. Києві з 14 по 26 грудня було проведено 2 лекційних завдання, 2 практичних завдання та прийнято участь у проведенні заліку з предмету *Biothermodynamics and mass transfer-2. Methods and means of physiotherapy* у групі БМ-73і. Підготовлено лекційний матеріал по темах *General theoretical foundations (principles, methods and techniques) of the therapeutic use of physical factors* (Додаток А) та *Constant and pulsed magnetic field in physiotherapy* (Додаток Б). По даному матеріалу підготовлені тести (Додаток Д). Підготовлений практичний матеріал по темах *Biological effects and medical applications of infrared radiation* (Додаток В) та *Ultraviolet Radiation in Medicine* (Додаток Г).

Підготовлений лекційний, практичний матеріал та тести одобрені для подальшого використання в навчальному процесі кафедри в межах курсу *Biothermodynamics and mass transfer-2. Methods and means of physiotherapy*.

АНОТАЦІЯ

Обсяг звіту 34 сторінки, кількість ілюстрацій – 1, кількість додатків – 5, літературних найменувань за переліком використаних джерел – 31.

Мета педагогічної практики:

- практична можливість опанування навчально-виховним процесом у вищій школі;
- практична можливість опанування науково-методичною роботою забезпечення навчального процесу;
- практична можливість опанування організацією навчальної діяльності студентів;
- здобуття компетенцій практичної викладацької діяльності.
- За час проходження практики виконано:
- розроблено лекційне заняття з теми General theoretical foundations (principles, methods and techniques) of the therapeutic use of physical factors;
- розроблено лекційне заняття з теми Constant and pulsed magnetic field in physiotherapy;
- розроблено практичне заняття з теми Biological effects and medical applications of infrared radiation;
- розроблено практичне заняття з теми Ultraviolet Radiation in Medicine;
- розроблено тести для перевірки освоєного матеріалу з лекційних занять.

Під час проходження практики розвинено професійні уміння педагогічної діяльності, сформовано уміння планувати та організовувати навчально-методичну роботу викладача та набуто досвіду працювати у команді.

АННОТАЦИЯ

Объем отчета 34 страницы, количество иллюстраций – 1, количество приложений – 5, литературных наименований по перечню использованных источников – 31.

Цель педагогической практики:

- практическая возможность освоения учебно-воспитательным процессом в высшей школе;
- практическая возможность освоения научно-методической работой обеспечения учебного процесса;
- практическая возможность освоения организацией учебной деятельности студентов;
- получение компетенций практической преподавательской деятельности.
- За время прохождения практики выполнено:
- разработано лекционное занятие по теме General theoretical foundations (principles, methods and techniques) of the therapeutic use of physical factors;
- разработано лекционное занятие по теме Constant and pulsed magnetic field in physiotherapy;
- разработано практическое занятие по теме Biological effects and medical applications of infrared radiation;
- разработано практическое занятие по теме Ultraviolet Radiation in Medicine;
- разработано тесты для проверки освоенного материала из лекционных занятий.

Во время прохождения практики развито профессиональные умения педагогической деятельности, сформировано умение планировать и организовывать учебно-методическую работу преподавателя и приобретено опыт работать в команде.

SUMMARY

The volume of the report is 34 pages, the number of illustrations is 1, the number of appendices is 5, the literary titles according to the list of used sources are 31.

The purpose of pedagogical practice:

- practical possibility of mastering the educational process in higher education;
- practical possibility of mastering the scientific and methodological work of ensuring the educational process;
- practical possibility of mastering the organization of students' educational activities;
- acquisition of practical teaching competencies.
- During the pedagogical practice:
 - developed a lecture on General theoretical foundations (principles, methods and techniques) of the therapeutic use of physical factors;
 - developed a lecture on the topic Constant and pulsed magnetic field in physiotherapy;
 - developed a practical lesson on Biological effects and medical applications of infrared radiation;
 - developed a practical lesson on Ultraviolet Radiation in Medicine;
 - developed the tests to check the mastered material from lectures.

During the pedagogical practice the professional skills of pedagogical activity were developed, the ability to plan and organize the educational and methodical work of the teacher was formed and the experience of working in a team was gained.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 3 Лекції

Загальнотеоретичні основи (принципи, методи та прийоми) терапевтичного використання фізичних факторів

Щоб зрозуміти механізм проходження електричного струму в тканині, необхідно знати її структуру. Клітинні мембрани складаються в основному з ліпідів і є діелектриками. Міжклітинна рідина і цитоплазма - це електроліт, який проводить електричний струм. Таким чином, тканина має як властивості діелектрика, так і властивості провідника електричного струму. Оскільки в організмі немає таких органів чи ділянок, як індуктор, імпеданс нормально функціонуючої тканини складається з активного та ємнісного опору: при патології діелектричні властивості мембрани погіршуються, отже, ємнісні властивості тканини втрачаються. Коли клітина гине, мембрана повністю руйнується, тому мертва тканина не має ємнісних властивостей. Опір мертвої тканини дорівнює її активному опору [1].

Еквівалентна схема - це електрична схема, в якій реальні предмети (біологічні) замінюються їхніми електричними аналогами. Оскільки міжклітинна рідина і цитоплазма є провідниками електричного струму, отже, вони мають властивості активного опору. Їх електричні аналоги: R_1 та R_2 . Мембрана є діелектриком, тому вона має ємнісний опір. Її електричний аналог – C . Якщо ми замінимо реальні ділянки тканин на їх електричні аналоги, еквівалентна схема буде такою [2]:

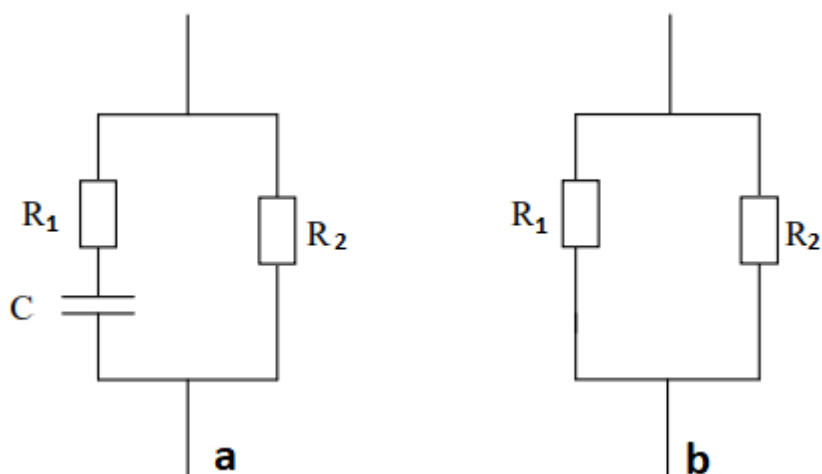


Рис.1 - Електричний еквівалент біологічної тканини: а - жива тканина;
б - мертва тканина

Коли нейрон не надсилає сигнал, він "перебуває в стані спокою". Коли нейрон знаходиться в стані спокою, внутрішня частина нейрона є негативною щодо зовнішньої. Хоча концентрації різних іонів намагаються збалансуватися по обидва боки мембрани, вони не можуть, оскільки клітинна мембрана дозволяє лише деяким іонам проходити через канали (іонні канали). У стані спокою іони калію (K^+) можуть легко проникати через мембрану. Також у стані спокою іони хлоридів (Cl^-) та іони натрію (Na^+) важче проходять крізь мембрану. Негативно заряджені білкові молекули (A^-) всередині нейрона не можуть перетнути мембрану. На додаток до цих селективних іонних каналів існує насос, який використовує енергію для переміщення трьох іонів натрію з нейрона на кожні два введені іони калію. Нарешті, коли всі ці сили врівноважуються, і різниця у напрузі всередині та зовні нейрона вимірюється, у вас є потенціал спокою. Потенціал мембранного спокою нейрона становить близько -70 мВ (мВ = мілівольт) - це означає, що всередині нейрона на 70 мВ менше, ніж зовні. У спокої є відносно більше іонів натрію поза нейроном і більше іонів калію всередині цього нейрона [3].

Потенціал спокою розповідає про те, що відбувається, коли нейрон перебуває в стані спокою. Потенціал дії виникає, коли нейрон надсилає

інформацію вниз по аксону, далеко від клітинного тіла. Неврологи використовують інші слова, такі як "спайк" або "імпульс" для потенціалу дії. Потенціал дії - це вибух електричної активності, який створюється деполяризуючим струмом. Це означає, що якась подія (подразник) змушує потенціал спокою рухатися до 0 мВ. Коли деполяризація досягне близько -55 мВ, нейрон спрацьовує з потенціалом дії. Це поріг. Якщо нейрон не досягне цього критичного порогового рівня, тоді жоден потенціал дії не спрацює. Крім того, коли досягається пороговий рівень, потенціал дії фіксованого розміру завжди спрацьовує для будь-якого даного нейрона розмір потенціалу дії завжди однаковий. В одній нервовій клітині немає великих чи малих потенціалів дії - усі потенціали дії однакового розміру. Отже, нейрон або не досягає порогу, або спрацьовує повний потенціал дії - це принцип "ВСЕ АБО НИЧОГО" [4].

Потенціали дії виникають, коли різні іони перетинають нейронну мембрану. Спочатку стимул відкриває натрієві канали. Оскільки ззовні є набагато більше іонів натрію, а внутрішня частина нейрона є негативною щодо зовнішньої, іони натрію вриваються в нейрон. Пам'ятайте, натрій має позитивний заряд, тому нейрон стає більш позитивним і деполяризується. Відкриття калієвих каналів займає більше часу. Коли вони відкриваються, калій витікає з клітини, зворотно деполяризуючи. Також приблизно в цей час натрієві канали починають закриватися. Це змушує потенціал дії повернутися до -70 мВ (реполяризація). Потенціал дії насправді перевищує -70 мВ (гіперполяризація), оскільки калієві канали залишаються відкритими занадто довго. Поступово концентрація іонів повертається до рівня спокою, і клітина повертається до -70 мВ [5].

Локальні реакції проявляються на обмеженій ділянці тіла і відбуваються в тканинах, що поглинули енергію фізичного фактора. Механізм утворення локальних реакцій залежить від форми енергії: механічної, електричної, магнітної, світлової, теплової. Реакція організму на механічні фактори залежить від їх параметрів.

Локальні реакції виражаються в змінах обміну речовин, регіональному кровообігу та мікроциркуляції, місцевих імунобіологічних процесах, утворенні біологічно активних речовин. Місцеві зміни, спричинені фізичними факторами, визначають їх протизапальну, протинабрякову, резорбційну, трофікостимулюючу, знеболюючу та бактерицидну дію [6].

В результаті соматичних, вісцеральних та вегетативних рефлексів, які формуються в результаті терапевтичних фізичних факторів, виникають рефлекторно-сегментарні реакції. Загальна реакція організму формується в результаті поширення висхідних імпульсних струмів від спинного мозку до вищерозташованих частин мозку. Це супроводжується динамічними гомеостатичними зрушеннями в діяльності різних внутрішніх органів, метаболічними та трофічними змінами, змінами імунного статусу та реактивності організму, розвитком адаптаційних реакцій, підвищенням рівня мобілізації функціональних резервів організму, та відновлення адаптаційних систем, порушених хворобою [7]. Всі органи та системи організму включаються в адаптаційну реакцію, як правило, після екстенсивних або інтенсивних фізіотерапевтичних процедур, а також після впливу на спеціальні зони (акупунктурні точки, комір та інші зони).

Постійне та імпульсне магнітне поле у фізіотерапії

Магнітотерапія - метод, при якому на хворого впливають постійним або змінним низькочастотним магнітним полем. Найчастіше застосовують змінні і пульсуючі магнітні поля з частотою 50 Гц при індуктивності біля полюсів 35 мТ (мілітесля).

Механізм фізіологічної і терапевтичної дії магнітного поля складний і дотепер остаточно не з'ясований. Під впливом магнітного поля відбувається зміна об'ємного заряду біомембран клітин, що приводить до зміни проникності, прискорення електронних переходів, хімічних реакцій. Найбільш специфічним є результат взаємодії магнітного поля з током крові,

що веде до помірних змін у системі гемокоагуляції. Вважається, що механізм дії магнітного поля визначається квантовобіологічною дією.

Магнітне поле, змінюючи макромолекули білку, веде до зміни властивостей клітини, активізується окислювання ліпідів, поліпшується проникність клітинних мембран, підвищується активність ферментів. Відзначено високу чутливість центральної нервової системи до дії магнітного поля. Проявляється сприятливий вплив змінного магнітного поля на мозковий кровообіг і перебіг відновлювальних процесів при початкових проявах церебро-васкулярної недостатності, при минутих порушеннях мозкового кровообігу і постінсультних станах ішемічної природи. Магнітне поле активує гіпоталамус, гіпофіз, а потім активізуються всі ендокринні органи, підвищується фагоцитарна активність лейкоцитів [8,9].

Магнітне поле покращує внутрішньосерцеву динаміку, під його впливом знижується рівень холестерину в крові, знижується АТ, зменшується частота і тяжкість приступів стенокардії, підвищується толерантність до фізичного навантаження. Магнітне поле діє на судинну систему: поліпшується кровоток, нормалізується тонус судин, знижується в'язкість крові, розкриваються колатералі. Магнітне поле позитивно впливає на секреторну і моторно-евакуаторну функції шлунка, поліпшується обмін у печінці, функція підшлункової залози. Під впливом магнітного поля при легкому і середньому перебігу бронхіальної астми відзначається порідшення приступів ядухи, поліпшення функції зовнішнього дихання і загального стану хворого. Магнітне поле впливає на мікрофлору (синьогнійна паличка, протей та ін.), воно пригнічує розвиток цих збудників, підвищує їхню чутливість до дії антибіотиків. Останніми роками в лікуванні хворих використовується омагнічена вода. Вважається, що омагнічена вода, прийнята усередину, очищує судини від чужорідних сполук, сприяє нормалізації холестеринового обміну при атеросклерозі. При полосканні омагніченою водою порожнини рота усувається парадонтоз, припиняється кровоточивість ясен. При зовнішньому застосуванні омагніченої води у

вигляді ванн знижується підвищений АТ, знімається головний біль, болі в ділянці серця, відновлюється сон, зникає підвищена стомлюваність.

До нових методів магнітотерапії відносять: загальну термомагнітотерапію, фотоманітотерапію та гідроманітотерапію [8-11].

Загальна термомагнітотерапія - поєднаний вплив на весь організм або більшу його частину магнітним полем і теплом. Використовується апарат АТМТ01М. Апарат дозволяє регулювати форму імпульсів магнітного поля, магнітну індукцію (5-25 мТл), температуру (20-45 гр.), частоту (10-500 Гц), а також варіанти впливу на різні ділянки тіла пацієнта

Фотоманітотерапія (магнітолазерна терапія). Це метод впливу (роздільного, послідовного або поєднаного) низькочастотним імпульсним магнітним полем (імпульсна магнітотерапія) і оптичним поляризованим випромінюванням різного діапазону - від синього до інфрачервоного. Застосовується апарат ФотоСПОК, який забезпечує вплив імпульсним магнітним полем спеціальної форми з індукцією від 15 до 25 мТл і оптичним випромінюванням різної довжини хвиль (від 460 до 960 нм) потужністю від 1 до 5 мВт.

Гідроманітотерапія - це метод поєднаного впливу водолікуванням (бальнеолікування) і магнітотерапії Використовується апарат АкваСПОК. Гідроманітотерапію дозують по тривалості, температурі води і концентрації компонентів у ванні, як при звичайному водолікуванні, а також за величиною магнітної індукції і частоті імпульсів магнітного поля. Тривалість процедур у дорослих 10-20 хвилин, у дітей 8-12 хв.

Індуктотермія - метод лікувального застосування магнітного поля, що виникає навколо витків індуктора при проходженні по ньому змінного струму високої частоти (13,56 МГц). Індуктотермія в перекладі означає наведення тепла.

Під впливом індуктотермії в тканинах виникають вихрові струми, сила яких оберненопропорційна електричному опору тканин. Тому вихрові струми й обумовлене ними тепло найбільш інтенсивно утворюються в рідких

середовищах (кров, лімфа) і в тканинах з найбільшим вмістом води (м'язи, паренхіматозні органи). Глибина теплового впливу при індуктотермії 6-8 см. При цьому шкіра і підшкірна клітковина нагріваються менше, ніж глибоколежачі м'язові тканини. Утворення тепла залежить від сили струму і часу впливу. Теплова реакція носить поширений характер. Під впливом індуктотермії посилюється кровообіг, проявляється судиннорозширювальна, протизапальна дія, поліпшується трофіка, посилюється фагоцитарна активність лейкоцитів, розсмоктуюча дія, знижується АТ. З боку ЦНС виникає седативний ефект, знімається підвищена збуджуваність, з'являється сонливість, сповільнюється проведення больових імпульсів, тобто проявляється болетамувальна дія. При дії на наднирники стимулюється глюкостероїдна функція, підвищується секреція катехоламінів, проявляється десенсибілізуюча дія [10-14].

Мікрохвильова терапія (надвисокочастотна - НВЧ) - метод використання для лікування мікрохвиль різноманітного діапазону частот. Використовується частота 2375 МГц (довжина хвилі 12,6 см) - сантиметрові хвилі (СМХ) і частота 460 МГц (довжина хвилі 65 см) - дециметрові хвилі (ДМХ).

Під впливом поля НВЧ підвищується температура тканин, посилюється кровообіг, розширюється просвіт капілярів, збільшуються окислювальновідновлювальні процеси, збільшується споживання кисню, зменшуються болі. Мікрохвилі стимулюють регенеративні процеси, мають протизапальну розсмоктуючу дію (навіть при гнійних захворюваннях), знижують підвищений тонус гладкої мускулатури бронхів, поперечно-смугастих м'язів кінцівок, можуть знижувати АТ, порідшувати частоту серцевих скорочень.

Мікрохвилі сантиметрового діапазону викликають у тканинах коливальні рухи електрично заряджених часток (іонів і діпольних молекул води), що є основною причиною перетворення енергії хвилі в теплову. При цьому найбільше поглинання хвиль відбувається в тканинах з великим

вмістом води (кров, лімфа, м'язи), що нагріваються сильніше інших тканин. Виникає також і осциляторна дія. Мікрохвилі сантиметрового діапазону мають високий коефіцієнт відбиття (від 20 до 75%), тому дозу поглинутої енергії визначити важко, проникають вони на глибину 3-6 см, внаслідок появи стоячих хвиль вони можуть призвести до перегріву й опіку тканин. Енергія НВЧ в організмі перетворюється не тільки в теплову, але й у хімічну. Поглинання тканинами енергії мікрохвиль змінює біохімічний стан клітин, ступінь дисперсності колоїдних структур, проникність мембран, відбувається резонансне поглинання мікрохвиль білковими молекулами, амінокислотами. Дециметрові хвилі (ДМХ), на відміну від СМХ, мають менший коефіцієнт відбиття (від 35 до 65%) і більше поглинання. Глибина їхнього проникнення - 9- 13см. При такому глибокому проникненні практично не утворюються стоячі хвилі і не виникають опіки. ДМХ поглинаються тканинами, що містять велику кількість води, де значно зростає теплоутворення, тому при набряках використовувати їх не можна. ДМХ викликають посилення кровообігу в зоні впливу, при дії на грудну клітку приводять до зниження тиску в малому колі кровообігу, прискорення кровотоку в ньому, поліпшення функції зовнішнього дихання, зменшення бронхоспазму. ДМХ-терапія приводить до підвищення ферментативної активності клітин, поліпшення мікроциркуляції, прискорення процесів обміну речовин. Дія ДМХ на область наднирників активно впливає на їх глюкокортикоїдну функцію, посилюючи або нормалізуючи утворення глюкокортикоїдів, пригнічує аутоімунні процеси, справляючи тим самим імунодепресивну дію. ДМХ мають болетамувальну, протизапальну, бактеріостатичну, судиннорозширюючу, гіпотензивну, десенсибілізуючу, розсмоктуючу дію, покращують трофіку тканин, стимулюють регенеративні процеси [9-16].

1.2 3 Практика

Біологічні ефекти та медичне застосування інфрачервоного випромінювання

Інфрачервоні промені - це область електромагнітного випромінювання, розташованого від червоного кінця видимого спектра довжиною 760 нм у бік більш довгих хвиль - до 400 Мкм. Кванти інфрачервоних променів мають порівняно невелику енергію. Вони прискорюють рух електронів по орбітах і викликають тільки тепловий ефект: інфрачервоні промені називають тепловими. Вони проникають у тканини на 2-3 см. Апаратура. Лампа Солюкс, лампа Мініна, лампа інфрачервоних променів на штативі, місцева світлотеплова ванна для тулуба на 12 ламп і для кінцівок на 8 ламп. 61

Методика проведення процедур. Розрізняють дві методики проведення процедур: місцевий і загальний вплив. Для місцевих опромінь застосовують лампи солюкс, Мініна, лампу інфрачервоних випромінювань. Відстань ділянки, яка опромінюється, від випромінювача складає від 15-20 см (для лампи Мініна) до 70-80 см - для інших ламп і залежить від відчуттів пацієнта. Положення хворого пов'язане з ділянкою опромінення: він може лежати, сидіти і т.д. Опромінення проводять від 20 до 30 хв. щодня або через день. На курс лікування 20 процедур і більше. Загальний вплив проводять за допомогою світлотеплової ванни. Хворого вкладають під каркас ванни, а зверху закривають байковою ковдрою, щоб навколишнє повітря не проникало під каркас. Тривалість процедури - 20-30хв., проводять щодня або через день, курс лікування - 15 процедур. Механізм дії. Тепловий вплив інфрачервоних випромінювань приводить до розширення судин шкіри і посилення кровотоку в них. З'являється активна гіперемія шкіри, еритема з нечіткими контурами, що поступово зникає після припинення опромінення. Під впливом інфрачервоних променів посилюється потовиділення, підвищується тканинний обмін, прискорюються ферментативні реакції,

процеси регенерації і репарації, знижується м'язовий тонус. Все це сприяє зменшенню больового синдрому і веде до розсмоктування запального процесу. Загальна реакція організму полягає в прискоренні дихання і серцевих скорочень, змінах з боку ЦНС. Показання. Негнійні запальні процеси без виражених ексудативних проявів, травми кістково-суглобної системи і м'язового апарата, рани і виразки, що погано гояться, контрактури, спайки, лікування опіків і відморожень відкритим методом та ін. Протипоказання. Недостатність кровообігу II-III ст., гострі гнійні запальні захворювання, новоутворення, туберкульоз, системні захворювання крові [17-26].

Ультрафіолетове випромінювання в медицині

Ультрафіолетові промені (УФП) відносяться до електромагнітного випромінювання, розташованого за фіолетовим відрізком видимого спектра у бік коротших хвиль. Довжина ультрафіолетових хвиль від 400 до 2 нм, але кванти їх мають найбільшу енергію. УФП у порівнянні з іншими ділянками світлового спектра мають найменшу глибину проникнення в тканини - усього до 1 мм, але за своєю хімічною активністю перевершують їх. При поглинанні тілом пацієнта УФП прискорюється рух електронів по орбітах, що викликає утворення тепла, вони приводять атоми в збуджений стан, підвищують біохімічну активність, посилюють окислювально-відбудовні процеси, дають початок новим фотохімічним реакціям. У фізіотерапії використовують не весь діапазон коливань, що відповідає УФП, а тільки частину його в межах від 400 до 180 нм. В залежності від біологічної дії весь спектр ультрафіолетових променів умовно розділяють на 3 ділянки: відрізок А - охоплює довгохвильові коливання від 400 до 320 нм; відрізок В - середньохвильові УФП із довжиною хвилі від 320 до 280 нм; відрізок С - короткохвильові промені з довжиною хвилі від 280 до 180 нм [27].

Методика проведення процедур. При проведенні ультрафіолетових опроміненень необхідний індивідуальний підхід до хворого, слід визначити чутливість його до дії променів. Для цього проводять дозиметрію (визначення біологічної дози). Одна біодоза - це час ультрафіолетового випромінювання, що викликає мінімальну видиму появу еритеми при певній відстані від джерела випромінювання. Для визначення біодози використовують біодозиметр БД-2, запропонований И.Ф.Горбачовим. Він складається з металевої платівки, у якій є 6 прямокутних отворів. Отвори закриваються рухливою заслінкою. Таку платівку вшивають у клейонку і фіксують на тілі пацієнта (живіт, внутрішня поверхня передпліччя). Опромінювач встановлюють перпендикулярно до поверхні опромінення над біодозиметром, звичайно на відстані 50 см, і приступають до опромінення. Відкривають перший отвір дозиметра й опромінюють 1 хвилину, після чого відкривають 2-ий отвір і знову опромінюють 1 хв. Щохвилини відкривають новий отвір. Так одержують шість невеличких ділянок шкіри, опромінених протягом 1-6 хв. Результат визначається через 20-24 години. Визначення результату опромінення зводиться до встановлення залежності між тривалістю опромінення і мінімальною інтенсивністю еритеми. Якщо, наприклад, є 5 еритемних смужок зростаючої яскравості, то біодоза для даного пацієнта складає 2 хв. при даному джерелі опромінення і відстані 50 см. Якщо пацієнт відзначає підвищену чутливість до ультрафіолетових променів, то опромінення кожного наступного отвору проводять по 30 сек. Якщо з'явилося 4 еритемних смужки, то біодоза відповідає 1,5 хвилинам. Розрізняють загальне і місцеве опромінення ультрафіолетовими променями. Загальне опромінення буває груповим і індивідуальним. Групові застосовуються для профілактики, індивідуальне - для лікування. Очі пацієнта захищають спеціальними окулярами. При індивідуальному опроміненні послідовно впливають на передню і задню поверхні оголеного тіла поступово зростаючими дозами. Призначають курс опромінення з 1/4-1/2 індивідуально визначеної біодози. Через кожні 2-3 процедури дозу

збільшують вдвічі і доводять до кінця курсу лікування до 2-3 біодоз. Існують різноманітні схеми загального опромінення: основна, уповільнена і прискорена. Уповільнену схему застосовують ослабленим хворим зі зниженим харчуванням і ослабленою реактивністю. Основну схему опромінення призначають хворим з гарною реактивністю організму. Прискорену схему застосовують практично здоровим людям або молодим особам з гарною реактивністю при переломах кісток. У педіатрії опромінення починають із 1/10-1/4 біодози, поступово збільшуючи її до 1,5 біодози, залишаючись на цьому рівні до кінця курсу лікування. Загальне опромінення проводять через день. Повторний курс загального ультрафіолетового опромінення може проводитися не раніше, як через 3 місяці.

Місцеве опромінення - вплив на порівняно невелику площу шкірної поверхні. Опромінення проводиться звичайно з відстані 50 см. Застосовують еритемні дози ультрафіолетового опромінення. Розрізняють малі еритемні дози (1-2 біодози), еритемні дози середньої інтенсивності (3-4 біодози), великі еритемні дози (5-6 біодоз) і гіпереритемні (більше 8 біодоз). В один день еритемними дозами можна опромінювати ділянку не більше 600 см². Повторне опромінення цієї ділянки можна проводити після зменшення еритеми, через 2-3 дня і пізніше, і не більше 3-4 разів. Для порожнинних опромінь (носа, мигдалин, вуха, піхви) застосовуються спеціальні тубуси. Тривалість опромінення від 1 до 3 хвилин щодня або через день. Курс лікування 5-10 сеансів. Механізм дії. При дії ультрафіолетового випромінювання на організм людини за рахунок фотоелектричного ефекту в шкірі відбуваються складні фотохімічні і фотобіологічні процеси. Вони проявляються розпадом білка (фотоліз), утворенням більш складних речовин (фотосинтез) або речовин із новими фізико-хімічними властивостями (фотоізомеризація). У місці поглинання утворюються вільні радикали, посилюється ферментативна активність, звільняються або знову утворюються біологічно активні речовини (гістамін, серотонін, ацетилхолін та ін.). Кванти ультрафіолетових променів діють на дезоксирибонуклеїнову

кислоту (ДНК). В результаті змін виникають клітинні мутації - деякі клітини при цьому гинуть. Цей механізм лежить, зокрема, в основі бактерицидної дії ультрафіолетового опромінення. Найбільш виражену бактерицидну дію мають короткохвильові ультрафіолетові промені. Під впливом ультрафіолетових променів на шкірі з'являється еритема. З'являється вона не відразу, а через кілька годин після опромінення (від 2 до 8 годин і більше). При дії короткохвильових променів еритема з'являється швидше, вона менш яскрава і швидко проходить. При опроміненні довгохвильовими променями еритема з'являється пізніше, вона насичено червоного кольору й утримується тривалий час. Еритема супроводжується невеликою набряклістю тканин, легкою сверблячкою, поступово згасає і через 3-5 днів замінюється пігментними плямами коричневого кольору, внаслідок накопичення в клітинах шкіри пігменту меланіну. Пігментація шкіри ("засмага") може наступати і після частих нееритемних опромінень. Дуже важливим моментом впливу ультрафіолетових променів є їх вітаміноутворююча дія. Встановлено, що в результаті процесів фотоізомеризації з ергостерину утворюється вітамін D₂, що має антирахітичну дію. Як відомо, при гіпоі авітамінозі D, що розвивається внаслідок неповноцінного харчування й ультрафіолетової недостатності, порушується засвоєння кальцію і фосфору, зменшується їх надходження в кісткову тканину і фіксація в ній. В результаті цього знижується механічна міцність кісток, сповільнюється їх зрощення при переломах. Зменшення вмісту кальцію в зубній тканині сприяє розвитку карієсу, а в стінках судин - підвищенню їх проникності і схильності до ексудативних реакцій [28-31].

Ультрафіолетове опромінення, сприяючи виробітку вітаміну D, активізує функцію ферменту фосфатази, забезпечуючи краще засвоєння і фіксацію тканинами, особливо кістками, фосфору і кальцію, що широко використовують для профілактики і лікування рахіту у дітей, а також профілактики карієсу, при переломах кісток. Під впливом ультрафіолетових променів поліпшується скорочувальна здатність міокарда, знижується

гіпоксія, відновлюється функція зовнішнього дихання за рахунок зменшення частоти і збільшення глибини дихання, нормалізуються процеси згортання, збільшується вміст еритроцитів, підвищується гемоглобін крові, сповільнюється ШОЕ, поліпшуються показники ліпідного обміну, збільшується активність кори наднирників. Довгохвильові ультрафіолетові опромінення в малих дозах активізують мозковий кровообіг і тонус мозкових судин. Відбуваються виражені зміни з боку периферичної нервової системи. Довгохвильові промені підвищують секрецію, а короткохвильові - травну здатність шлункового соку. Ультрафіолетове випромінювання (особливо довгохвильове) активізує імунну систему, підвищує захисно-приспосувальні механізми організму. У цілому, ультрафіолетове опромінення дає високий терапевтичний ефект при багатьох захворюваннях. Воно має знеболюючу, протизапальну, загальнозміцнюючу, імунно-стимулюючу, десенсибілізуючу дію на організм. Показання. Загальні опромінення проводять для підвищення опірності організму, для загартовування і компенсації ультрафіолетової недостатності (у місцях, де мало сонячних променів). Вони проводяться також дітям, вагітним, матерям, що годують, для профілактики рахіту. Загальне опромінення застосовують у клініці туберкульозу при ураженні кісток, суглобів, лімфовузлів та ін. Місцеві опромінення проводять при багатьох захворюваннях внутрішніх органів (бронхіти, бронхіальна астма, пневмонії, виразкова хвороба), при хворобах опорно-рухового апарата (артрити, артрози, спондиліоз, остеохондроз, наслідки переломів кісток), при захворюваннях нервової системи (радикуліти, неврити, невралгії), при ураженнях шкіри (псоріаз, екзема, довгозаживаючі рани, виразки, піодермія, бешихове запалення). Протипоказання. Злоякісні новоутворення, активні форми туберкульозу легень, схильність до кровотечі, хвороби крові, системний червоний вовчак, недостатність кровообігу II-III ст., гіпертонічна хвороба II-III ст., тиреотоксикоз, підвищена чутливість шкіри, фотодерматози [22,26,30].

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА ПЕДАГОГІЧНОЇ ПРАКТИКИ

2.1 Методичні рекомендації до проведення лекційних занять

2.1.1 Лекційне заняття №1

Назва дисципліни: Biothermodynamics and mass transfer-2. Methods and means of physiotherapy

Тема лекції: «General theoretical foundations (principles, methods and techniques) of the therapeutic use of physical factors»

Кількість навчальних годин: Л. – 2; С. – 2

Тип викладання: віддалене викладання з використанням системи відеозв'язку Zoom.

Мета лекції: формування у студентів знань щодо використання фізичних факторів у фізіотерапії

Основні завдання: визначити основні принципи, методи та техніки використання фізичних факторів у фізіотерапії.

Розгорнутий план лекційного заняття:

1. Електричні властивості біологічних тканин
 - 1.1. Імпеданс
 - 1.2. Ємнісні властивості біологічних тканин
2. Електричний еквівалент біологічної тканини
 - 2.1. Модель Гельмгольца
 - 2.2. Модель Коула
 - 2.3. Схема Фріке-Морзе
3. Класифікація терапевтичних фізичних факторів залежно від видів енергії
4. Механізм дії фізичних факторів на організм
 - 4.1. Фізична стадія
 - 4.2. Фізико-хімічна стадія
 - 4.3. Біологічна стадія

5. Вплив електричних струмів на біологічні об'єкти

5.1.Терапевтичні методики, засновані на застосуванні постійного струму

5.1.1. Гальванізація

5.1.2. Електрофорез

5.2.Терапевтичні методики, засновані на використанні імпульсних струмів

5.2.1. Кардіостимуляція

5.2.2. Дефібриляція

5.2.3. Електростимуляція м'язів

5.2.4. Електросон

5.3.Терапевтичні методики, засновані на використанні змінних струмів

5.3.1. Реографія

5.3.2. Діатермія

5.3.3. Дарсонвалізація

6. Вплив електромагнітних полів на біологічні тканини

6.1.Індуктотермія

6.2.УВЧ-терапія

6.3.НВЧ-терапія

Перелік термінів: електрична еквівалентна схема, коефіцієнт дисперсії, потенціал спокою, мембранний потенціал, гальванізація, електрофорез, кардіостимуляція, дефібриляція, електростимуляція м'язів, електросон, реографія, діатермія, дарсонвалізація, індуктотермія, УВЧ-терапія, НВЧ-терапія

Питання для самостійного опрацювання:

1. Механізми формування реакцій організму на фізичні фактори.
2. Оптичні властивості тканин організму.
3. Взаємодія оптичного випромінювання з біологічними тканинами.

Рекомендована література:

1. Wang X, Becker FF, Gascoyne PR. Membrane dielectric changes indicate induced apoptosis in HL-60 cells more sensitively than surface

phosphatidylserine expression or DNA fragmentation. *Biochim Biophys Acta*. 2002;1564(2):412-420. doi:10.1016/s0005-2736(02)00495-9

2. Huang Y, Wang XB, Becker FF, Gascoyne PR. Introducing dielectrophoresis as a new force field for field-flow fractionation. *Biophys J*. 1997;73(2):1118-1129. doi:10.1016/S0006-3495(97)78144-X

3. Purves, D., Augustine, G.J., Fitzpatrick, D., Katz, L.C., LaMantia, A.-S., McNamara, J.O., and Williams, S. M. (1997). Figure 2.3. Electrochemical equilibrium. In *Neuroscience* (2nd ed.). Sunderland, MA: Sinauer Associates. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK11054/figure/A134/?report=objectonly>.

4. Kandel, E.R., Schwartz, J.H., and Jessell, T.M. (1995). Membrane potential. In *Essentials of neuroscience and behavior* (pp. 133-147). Norwalk, CT: Appleton & Lange.

5. Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., and Jackson, R. B. (2011). Ion pumps and ion channels establish the resting potential of a neuron. In *Campbell biology* (10th ed., pp. 1064-1066). San Francisco, CA: Pearson.

6. Kimura A, Sato A. Somatic regulation of autonomic functions in anesthetized animals--neural mechanisms of physical therapy including acupuncture. *Jpn J Vet Res*. 1997 Nov;45(3):137-45. PMID: 9433014.

7. Sato A. The reflex effects of spinal somatic nerve stimulation on visceral function. *J Manipulative Physiol Ther*. 1992 Jan;15(1):57-61. PMID: 1740653.

Наочний (ілюстративний матеріал до теми): презентація PowerPoint (Додаток А)

2.1.2 Лекційне заняття №2

Назва дисципліни: Biothermodynamics and mass transfer-2. Methods and means of physiotherapy

Тема лекції: «Constant and pulsed magnetic field in physiotherapy»

Кількість навчальних годин: Л. – 2; С. – 2

Тип викладання: віддалене викладання з використанням системи відеозв'язку Zoom.

Мета лекції: формування у студентів знань щодо застосування постійного та змінного магнітних полів у фізіотерапії

Основні завдання: визначити основні напрямки використання постійних та змінних магнітних полів у фізіотерапії; визначити основні реакції організму на вплив змінного та постійного магнітних полів.

Розгорнутий план лекційного заняття:

1. Магнітне поле та його вплив на організм
 - 1.1. Магнітне поле струмової петлі
2. Магнітотерапія високої інтенсивності
 - 2.1. Синдром дефіциту магнітного поля
 - 2.2. Вплив сильного імпульсного магнітного поля
3. Магнітотерапія
 - 3.1. Чутливість до магнітного поля
 - 3.2. Показання та протипоказання до магнітотерапії
 - 3.3. Продукти магнітотерапії

Перелік термінів: високоінтенсивна імпульсна магнітотерапія, інтенсивність магнітного поля, градієнт магнітного поля, квадралярний масив, магнітна чутливість, карта дерматома.

Питання для самостійного опрацювання:

1. Механізми формування реакцій організму на постійне та змінне магнітні поля.

2. Основні види терапевтичного використання факторів електромагнітної природи.

Рекомендована література:

Adams D, Masi A, Levin M. H⁺ pump-dependent changes in membrane voltage are in early mechanism necessary and sufficient to induce *Xenopus* tail regeneration. *Development*. 2007;134:1323–1335.

Adey WR. Dynamic patterns of brain cell assemblies. IV. Mixed systems. Influence of exogenous low-level currents. Are weak oscillating fields detected by the brain? *Neurosci. Res. Program Bull*. 1974;12:140–143.

Ahmed T, Hincke MT. Mesenchymal stem cell-based tissue engineering strategies for repair of articular cartilage. *Histol. Histopathol*. 2014;29:669–689.

Bianco P, Robey PG, Simmons PJ. Mesenchymal stem cells: revisiting history, concepts, and assays. *Cell Stem Cell*. 2008;2:313–319.

Buonanno M, Toledo S, Azzam E. Increased frequency of spontaneous neoplastic transformation in progeny of bystander cells from cultures exposed to densely ionizing radiation. *PLoS One*. 2011;6:e21540.

Chen CH, L.Y., Fu YC, Wang CK, Wu SC, Wang GJ, Eswaramoorthy R, Wang YH, Wang CZ, Wang YH, Lin SY, Chang JK, Ho ML. Electromagnetic fields enhance chondrogenesis of human adipose-derived stem cells in a chondrogenic microenvironment in vitro. *J. Appl. Physiol*. 2013;114:647–655.

Ermakov A, Pells S, Freile P, Ganeva VV, Wildenhain J, Bradley M, Pawson A, Millar R, De Sousa PA. A role for intracellular calcium downstream of G-protein signaling in undifferentiated human embryonic stem cell culture. *Stem Cell Res*. 2012;9:171–184.

Ross CL, Siriwardane M, Almeida-Porada G, et al. The effect of low-frequency electromagnetic field on human bone marrow stem/progenitor cell differentiation. *Stem Cell Res*. 2015;15(1):96-108. doi:10.1016/j.scr.2015.04.009

Наочний (ілюстративний матеріал до теми): презентація PowerPoint (Додаток Б)

2.2 Методичні рекомендації до проведення практичних занять

2.2.1 Практичне заняття №1

Назва дисципліни: Biothermodynamics and mass transfer-2. Methods and means of physiotherapy

Тема практики: «Biological effects and medical applications of infrared radiation»

Кількість навчальних годин: П. – 2;

Тип викладання: віддалене викладання з використанням системи відеозв'язку Zoom.

Мета практики: формування у студентів знань щодо біологічних ефектів та медичного використання інфрачервоного випромінювання.

Основні завдання: визначити та навчитися розраховувати вплив основних біологічних ефектів інфрачервоного випромінювання.

Розгорнутий план практичного заняття:

1. Визначення та типи ІЧ випромінювання
2. Лікувальні ефекти, показання та протипоказання до використання ІЧ випромінювання
3. Терапія ІЧ випромінювання
 - 3.1.Інфравіброфорез
 - 3.2.Фотобіомодуляція
 - 3.3.ІЧ сауни
 - 3.4.Ваон терапія
4. Молекулярний механізм взаємодії світла з тканиною
5. Новітні дослідження в області ІЧ терапії
 - 5.1.Нейронна стимуляція
 - 5.2.Фотостаріння проти фотоомолодження
 - 5.3.Протиракова дія
 - 5.4.Нейронна регенерація

Перелік термінів: ІЧ випромінювання, інфравіброфорез, фотобіомодуляція, активні форми кисню.

Рекомендована література:

1. Johnstone DM, et al. Turning On Lights to Stop Neurodegeneration: The Potential of Near Infrared Light Therapy in Alzheimer's and Parkinson's Disease. *Frontiers in Neuroscience*. 2016;9(500)
2. Santana-Blank L, Rodríguez-Santana E, Santana-Rodríguez KE. Photobiomodulation of aqueous interfaces as selective rechargeable bio-batteries in complex diseases: personal view. *Photomedicine and laser surgery*. 2012;30(5):242–249.
3. Naeser MA, et al. Significant improvements on cognitive performance post- transcranial, red/near-infrared LED treatments in chronic, mild TBI: Open-protocol study. *J Neurotrauma*. 2014
4. Santana-Blank L, Rodríguez-Santana E, Santana-Rodríguez KE. Photobiomodulation of aqueous interfaces: finding evidence to support the exclusion zone in experimental and clinical studies. *Photomedicine and laser surgery*. 2013;31(9):461–462
5. Yamashita K. Far Infrared Ray Radiation Inhibits the Proliferation of A549, HSC3 and Sa3 Cancer Cells through Enhancing the Expression of ATF3 Gene. *Journal of Electromagnetic Analysis and Applications*. 2010;02(06):382-394.
6. Haag SF, et al. Determination of the antioxidative capacity of the skin in vivo using resonance Raman and electron paramagnetic resonance spectroscopy. *Experimental Dermatology*. 2011;20(6):483–487.
7. Zhao K, et al. Stimulation of Neurons with Infrared Radiation. In: Wong BJF, Ilgner J, editors. *Biomedical Optics in Otorhinolaryngology: Head and Neck Surgery*. Springer New York; New York, NY: 2016. pp. 253–284.
8. Tsai SR, Hamblin MR. Biological effects and medical applications of infrared radiation. *J Photochem Photobiol B*. 2017;170:197-207.

Наочний (ілюстративний матеріал до теми): презентація PowerPoint (Додаток В)

2.2.2 Практичне заняття №2

Назва дисципліни: Biothermodynamics and mass transfer-2. Methods and means of physiotherapy

Тема практики: «Ultraviolet Radiation in Medicine»

Кількість навчальних годин: П. – 2;

Тип викладання: віддалене викладання з використанням системи відеозв'язку Zoom.

Мета практики: формування у студентів знань щодо біологічних ефектів та медичного використання ультрафіолетового випромінювання.

Основні завдання: визначити та навчитися розраховувати вплив основних біологічних ефектів ультрафіолетового випромінювання.

Розгорнутий план практичного заняття:

1. Визначення та типи УФ випромінювання
2. Лікувальні ефекти, показання та протипоказання до використання УФ випромінювання
3. Терапія УФ випромінюванням
 - 3.1. Фотохіміотерапія псораленом
 - 3.2. Лазерна корекція очей
 - 3.3. Фотофорез
 - 3.4. Фототерапія синім світлом
 - 3.5. Стимулювання вироблення вітаміну Д
4. Вимірювання УФ випромінювання, розрахунок стандартної еритемної дози та еритемного ефективного опромінення

Перелік термінів: фотокератит, еритема, поглинена доза, еритемне ефективне опромінення, стандартна еритемна доза, мінімальна еритемна доза, мінімальна фототоксична доза.

Рекомендована література:

1. Schaffler K, Reeh P, Duan WR, et al. An oral TRPV1 antagonist attenuates laser radiant- heat- evoked potentials and pain ratings from UV(B)-inflamed and normal skin. *Br J Clin Pharmacol* 2013;75:404–414.
2. Chizh BA, O'Donnell MB, Napolitano A, et al. The effects of the TRPV1 antagonist SB- 705498 on TRPV1 receptor- mediated activity and inflammatory hyperalgesia in humans. *Pain* 2007;132:132–141.
3. Mantyh PW, Koltzenburg M, Mendell LM, Tive L, Shelton DL. Antagonism of nerve growth factor- TrkA signaling and the relief of pain. *Anesthesiology* 2011;115:189–204.
4. Kienzler JL, Magnette J, Queille- Roussel C, Sanchez- Ponton A, Ortonne JP. Diclofenac- Na gel is effective in reducing the pain and inflammation associated with exposure to ultraviolet light - results of two clinical studies. *Skin Pharmacol Physiol* 2005;18:144–152.
5. Muller FM, Dawe RS, Murdoch RD, et al. Delayed ultraviolet erythema not suppressed by oral prednisolone: A randomized crossover study. *Photodermatol Photoimmunol Photomed* 2009;25:143–145.
6. Sycha T, Anzenhofer S, Lehr S, et al. Rofecoxib attenuates both primary and secondary inflammatory hyperalgesia: A randomized, double blinded, placebo controlled crossover trial in the UV- B pain model. *Pain* 2005;113:316–322.
7. Andresen T, Staahl C, Oksche A, Mansikka H, Arendt- Nielsen L, Drewes AM. Effect of transdermal opioids in experimentally induced superficial, deep and hyperalgesic pain. *Br J Pharmacol* 2011;164:934–945.
8. Zaidi MR, Davis S, Noonan FP, et al. Interferon- gamma links ultraviolet radiation to melanomagenesis in mice. *Nature* 2011;469:548–553.

Наочний (ілюстративний матеріал до теми): презентація PowerPoint (Додаток Г)

ВИСНОВКИ

За час проходження педагогічної практики на базі кафедри біомедичної інженерії факультету біомедичної інженерії «КПІ імені Ігоря Сікорського» в м. Києві з 14 по 26 грудня було проведено 2 лекційних завдання, 2 практичних завдання та прийнято участь у проведенні заліку з предмету Biothermodynamics and mass transfer-2. Methods and means of physiotherapy у групі БМ-73і. Підготовлено лекційний матеріал по темам General theoretical foundations (principles, methods and techniques) of the therapeutic use of physical factors та Constant and pulsed magnetic field in physiotherapy. По даному матеріалу підготовлені тести. Підготовлений практичний матеріал по темах Biological effects and medical applications of infrared radiation та Ultraviolet Radiation in Medicine.

Підготовлений лекційний, практичний матеріал та тести одобрені для подальшого використання в навчальному процесі кафедри в межах курсу Biothermodynamics and mass transfer-2. Methods and means of physiotherapy.

Під час проходження практики розвинено професійні уміння педагогічної діяльності, сформовано уміння планувати та організовувати навчально-методичну роботу викладача та набуто досвіду працювати у команді.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Wang X, Becker FF, Gascoyne PR. Membrane dielectric changes indicate induced apoptosis in HL-60 cells more sensitively than surface phosphatidylserine expression or DNA fragmentation. *Biochim Biophys Acta*. 2002;1564(2):412-420. doi:10.1016/s0005-2736(02)00495-9
2. Huang Y, Wang XB, Becker FF, Gascoyne PR. Introducing dielectrophoresis as a new force field for field-flow fractionation. *Biophys J*. 1997;73(2):1118-1129. doi:10.1016/S0006-3495(97)78144-X
3. Purves, D., Augustine, G.J., Fitzpatrick, D., Katz, L.C., LaMantia, A.-S., McNamara, J.O., and Williams, S. M. (1997). Figure 2.3. Electrochemical equilibrium. In *Neuroscience* (2nd ed.). Sunderland, MA: Sinauer Associates. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK11054/figure/A134/?report=objectonly>.
4. Kandel, E.R., Schwartz, J.H., and Jessell, T.M. (1995). Membrane potential. In *Essentials of neuroscience and behavior* (pp. 133-147). Norwalk, CT: Appleton & Lange.
5. Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., and Jackson, R. B. (2011). Ion pumps and ion channels establish the resting potential of a neuron. In *Campbell biology* (10th ed., pp. 1064-1066). San Francisco, CA: Pearson.
6. Kimura A, Sato A. Somatic regulation of autonomic functions in anesthetized animals--neural mechanisms of physical therapy including acupuncture. *Jpn J Vet Res*. 1997 Nov;45(3):137-45. PMID: 9433014.
7. Sato A. The reflex effects of spinal somatic nerve stimulation on visceral function. *J Manipulative Physiol Ther*. 1992 Jan;15(1):57-61. PMID: 1740653.

8. Adams D, Masi A, Levin M. H⁺ pump-dependent changes in membrane voltage are in early mechanism necessary and sufficient to induce *Xenopus* tail regeneration. *Development*. 2007;134:1323–1335.
9. Adey WR. Dynamic patterns of brain cell assemblies. IV. Mixed systems. Influence of exogenous low-level currents. Are weak oscillating fields detected by the brain? *Neurosci. Res. Program Bull*. 1974;12:140–143.
10. Ahmed T, Hincke MT. Mesenchymal stem cell-based tissue engineering strategies for repair of articular cartilage. *Histol. Histopathol*. 2014;29:669–689.
11. Bianco P, Robey PG, Simmons PJ. Mesenchymal stem cells: revisiting history, concepts, and assays. *Cell Stem Cell*. 2008;2:313–319.
12. Buonanno M, Toledo S, Azzam E. Increased frequency of spontaneous neoplastic transformation in progeny of bystander cells from cultures exposed to densely ionizing radiation. *PLoS One*. 2011;6:e21540.
13. Chen CH, L.Y., Fu YC, Wang CK, Wu SC, Wang GJ, Eswaramoorthy R, Wang YH, Wang CZ, Wang YH, Lin SY, Chang JK, Ho ML. Electromagnetic fields enhance chondrogenesis of human adipose-derived stem cells in a chondrogenic microenvironment in vitro. *J. Appl. Physiol*. 2013;114:647–655.
14. Ermakov A, Pells S, Freile P, Ganeva VV, Wildenhain J, Bradley M, Pawson A, Millar R, De Sousa PA. A role for intracellular calcium downstream of G-protein signaling in undifferentiated human embryonic stem cell culture. *Stem Cell Res*. 2012;9:171–184.
15. Ross CL, Siriwardane M, Almeida-Porada G, et al. The effect of low-frequency electromagnetic field on human bone marrow stem/progenitor cell differentiation. *Stem Cell Res*. 2015;15(1):96-108. doi:10.1016/j.scr.2015.04.009
16. Johnstone DM, et al. Turning On Lights to Stop Neurodegeneration: The Potential of Near Infrared Light Therapy in Alzheimer's and Parkinson's Disease. *Frontiers in Neuroscience*. 2016;9(500)

17. Santana-Blank L, Rodríguez-Santana E, Santana-Rodríguez KE. Photobiomodulation of aqueous interfaces as selective rechargeable bio-batteries in complex diseases: personal view. *Photomedicine and laser surgery*. 2012;30(5):242–249.
18. Naeser MA, et al. Significant improvements on cognitive performance post- transcranial, red/near-infrared LED treatments in chronic, mild TBI: Open-protocol study. *J Neurotrauma*. 2014
19. Santana-Blank L, Rodríguez-Santana E, Santana-Rodríguez KE. Photobiomodulation of aqueous interfaces: finding evidence to support the exclusion zone in experimental and clinical studies. *Photomedicine and laser surgery*. 2013;31(9):461–462
20. Yamashita K. Far Infrared Ray Radiation Inhibits the Proliferation of A549, HSC3 and Sa3 Cancer Cells through Enhancing the Expression of ATF3 Gene. *Journal of Electromagnetic Analysis and Applications*. 2010;02(06):382–394.
21. Haag SF, et al. Determination of the antioxidative capacity of the skin in vivo using resonance Raman and electron paramagnetic resonance spectroscopy. *Experimental Dermatology*. 2011;20(6):483–487.
22. Zhao K, et al. Stimulation of Neurons with Infrared Radiation. In: Wong BJF, Ilgner J, editors. *Biomedical Optics in Otorhinolaryngology: Head and Neck Surgery*. Springer New York; New York, NY: 2016. pp. 253–284.
23. Tsai SR, Hamblin MR. Biological effects and medical applications of infrared radiation. *J Photochem Photobiol B*. 2017;170:197-207. doi:10.1016/j.jphotobiol.2017.04.014
24. Schaffler K, Reeh P, Duan WR, et al. An oral TRPV1 antagonist attenuates laser radiant- heat- evoked potentials and pain ratings from UV(B)-inflamed and normal skin. *Br J Clin Pharmacol* 2013;75:404–414.
25. Chizh BA, O'Donnell MB, Napolitano A, et al. The effects of the TRPV1 antagonist SB- 705498 on TRPV1 receptor- mediated activity and inflammatory hyperalgesia in humans. *Pain* 2007;132:132–141.

26. Mantyh PW, Koltzenburg M, Mendell LM, Tive L, Shelton DL. Antagonism of nerve growth factor- TrkA signaling and the relief of pain. *Anesthesiology* 2011;115:189–204.
27. Kienzler JL, Magnette J, Queille- Roussel C, Sanchez- Ponton A, Ortonne JP. Diclofenac- Na gel is effective in reducing the pain and inflammation associated with exposure to ultraviolet light - results of two clinical studies. *Skin Pharmacol Physiol* 2005;18:144–152.
28. Muller FM, Dawe RS, Murdoch RD, et al. Delayed ultraviolet erythema not suppressed by oral prednisolone: A randomized crossover study. *Photodermatol Photoimmunol Photomed* 2009;25:143–145.
29. Sycha T, Anzenhofer S, Lehr S, et al. Rofecoxib attenuates both primary and secondary inflammatory hyperalgesia: A randomized, double blinded, placebo controlled crossover trial in the UV- B pain model. *Pain* 2005;113:316–322.
30. Andresen T, Staahl C, Oksche A, Mansikka H, Arendt- Nielsen L, Drewes AM. Effect of transdermal opioids in experimentally induced superficial, deep and hyperalgesic pain. *Br J Pharmacol* 2011;164:934–945.
31. Zaidi MR, Davis S, Noonan FP, et al. Interferon- gamma links ultraviolet radiation to melanomagenesis in mice. *Nature* 2011;469:548–553.

ДОДАТОК А Лекція №1

GENERAL THEORETICAL FOUNDATIONS (PRINCIPLES, METHODS AND TECHNIQUES) OF THE THERAPEUTIC USE OF PHYSICAL FACTORS

ELECTRICAL PROPERTIES OF BIOLOGICAL TISSUES

The effect of electric current or electromagnetic field on biological tissues is determined by:

- 1) type of current or field
- 2) electrical properties of biological tissues.

Biological tissues are conductors of the second kind (have ionic conductivity).

One of the electrical characteristics of the properties of tissues that conduct electricity is:

- for direct current (**DC**) - active resistance (**R**),
- for alternating current (**AC**) - impedance (**Z**).

IMPEDANCE

Impedance (Z) has two components:

1. Active resistance (R)
2. Reactive resistance (X):
 - capacitive (X_c)
 - inductive (X_L)

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_c)^2}$$

Biological tissues have only:

- Active resistance (R)
- Capacitive resistance (X_c)
- Inductive resistance $X_L \approx 0$!!!

$$Z = \sqrt{R^2 + X_c^2}$$

What if $Z = \sqrt{R^2} = R$?

3

CAPACITIVE PROPERTIES OF BIOLOGICAL
TISSUES ARE RELATED TO:

- cell membranes that have dielectric properties and separate the two conductive media (intracellular content and intercellular environment);
- tissues that conduct electricity poorly (skin, bones)

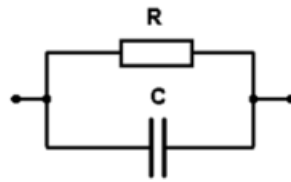
Surface capacity of the cell membrane $5 \cdot 10^{-3} \text{ F/m}^2$

Membrane breakdown occurs at voltage $U = 150\text{-}200$ mV, which corresponds to the electric field strength $E = 10^6 - 10^7 \text{ V/m}$

4

THE ELECTRICAL EQUIVALENT OF BIOLOGICAL TISSUE - THE HELMHOLTZ MODEL

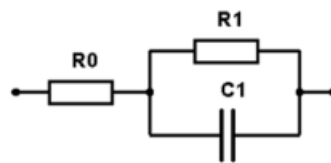
- The most simplified is the parallel equivalent circuit.
- The resistive properties of biological tissue are represented by the resistance R .
- The capacitive properties of biological tissue are represented by the capacitor C .



5

THE ELECTRICAL EQUIVALENT OF BIOLOGICAL TISSUE - COLE'S MODEL

- When modeling the electrical impedance of hypodermic tissues, the most optimal is the use of a series-parallel equivalent circuit.
- R_0 is the resistance of the intercellular fluid;
- R - resistance of cell contents;
- C - membrane capacity



6

THE ELECTRICAL EQUIVALENT OF BIOLOGICAL TISSUE - FRIKE-MORSE SCHEME

- When analyzing the electrical impedance of biological fluids Fricke-Morse scheme is used
- Resistor R_1 - an analogue of the intercellular environment,
- Resistor R_2 - an analogue of the intracellular environment,
- Capacitor C is an analogue of the cell membrane.

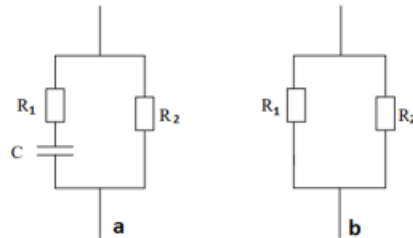


Fig.1 - The electrical equivalent of biological tissue: a – living tissue; b – dead tissue

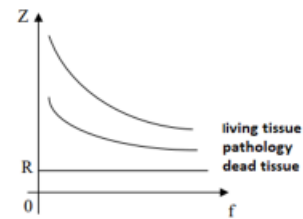
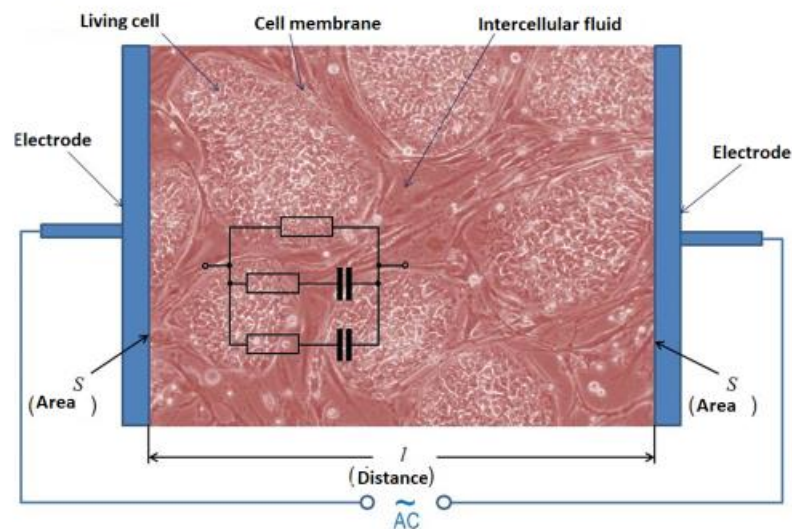


Fig.2 - Plot of tissue impedance versus frequency

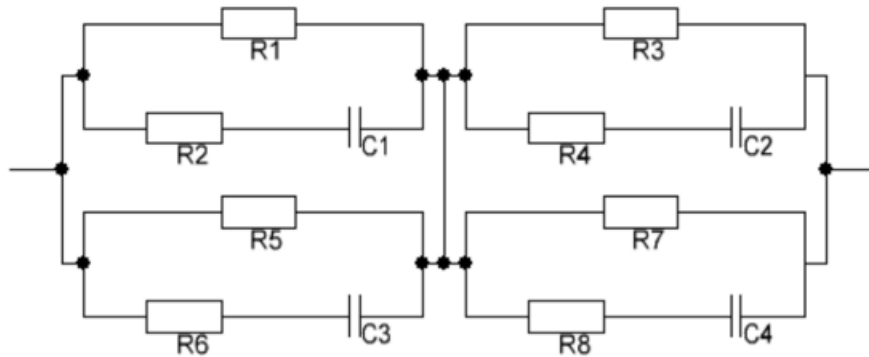
7

EQUIVALENT ELECTRICAL SUBSTITUTION FRIQUE-MORSE SCHEME OF HOMOGENEOUS BIOLOGICAL TISSUE



8

EQUIVALENT ELECTRICAL SUBSTITUTION
FRIQUE-MORSE SCHEME OF **NOT**
HOMOGENEOUS BIOLOGICAL TISSUE



9

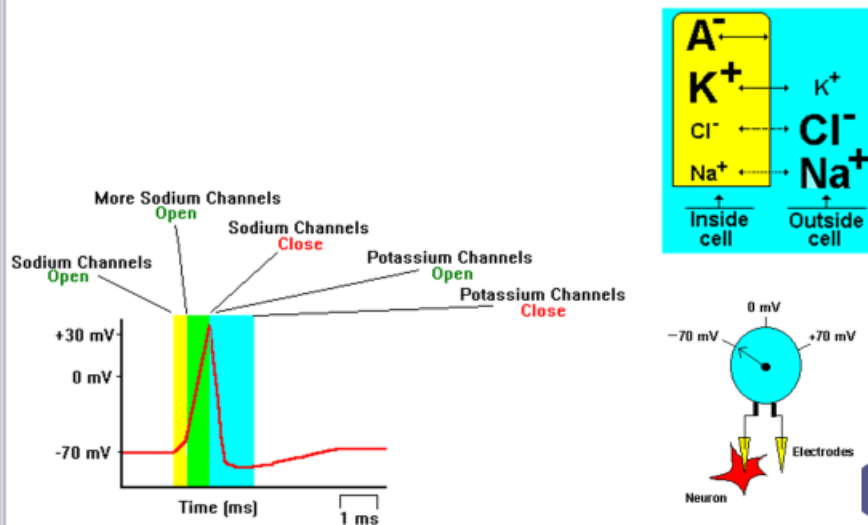
TO ASSESS THE FUNCTIONAL STATE OF THE
TISSUE CALCULATE THE DISPERSION
COEFFICIENT (K)

$$K = \frac{Z_{lf}}{Z_{hf}}$$

- Z_{lf} - modulus of impedance at low frequencies (10^2 - 10^4 Hz)
- Z_{hf} - modulus of impedance at high frequencies (10^6 - 10^8 Hz)
- If $K = 1$ - biological tissue is dead;
- if $K > 1$ - biological tissue is alive.

10

RESTING AND ACTION MEMBRANE POTENTIAL



11

THERAPEUTIC PHYSICAL FACTORS

Artificial

- Electrotherapeutic;
- Magnetic therapy;
- Light therapy;
- Mechanotherapy;
- Thermotherapy;
- Hydrotherapy;
- Radiotherapy.

Natural

- Climatotherapy;
- Balneotherapy;
- Mud cure.

12

CLASSIFICATION OF THERAPEUTIC PHYSICAL FACTORS DEPENDING ON THE TYPES OF ENERGY

Low voltage
direct current

- Galvanization
- Medicinal electrophoresis

Low voltage
impulse current

- Electrosleep
- Diadynamic therapy
- Amplipulse therapy
- Interference therapy
- Fluctuorization
- Electrodiagnostics
- Electrostimulation

High voltage
electric current

- Diathermy
- Ultrasonotherapy
- Local darsonvalization

13

Electric, magnetic
and
electromagnetic
fields of various
characteristics

- Franklinization;
- Magnetotherapy;
- Inductothermy;
- Ultra-high frequency therapy;
- Microwave therapy.

Electromagnetic
vibrations of the
optical (light)
range

- Infrared, visible and ultraviolet radiation therapy;
- Laser therapy.

14

Mechanical vibrations of the medium

- Massage;
- Ultrasound therapy;
- Medicinal phonophoresis;
- Vibrotherapy.

Modified or special air environment

- Inhalation;
- Aerosol therapy;
- Electroaerosol therapy;
- Barotherapy;
- Aeroionotherapy;
- Climatotherapy.

15

Liquids

- Fresh water;
- Natural mineral waters;
- Artificial analogues.

Warm and cold

- Heat therapy;
- Cryotherapy
- Hypothermia;
- Aeroionotherapy;
- Climatotherapy.

16

THE MECHANISM OF ACTION OF A PHYSICAL FACTOR ON THE BODY

- The therapeutic effect of physical factors is formed due to the participation of local, reflex - segmental and general reactions of the body.
- The universal law of life is the adaptation (adaptation) of the body to changing environmental conditions in order to maintain homeostasis
- This process is provided by a complex system of adaptive reactions, the basis of which is an unconditioned reflex

17

THE CHAIN OF EVENTS IN THE BODY AFTER THE APPLICATION OF A PHYSICAL FACTOR

- Physical stage
- Physicochemical stage
- Biological stage

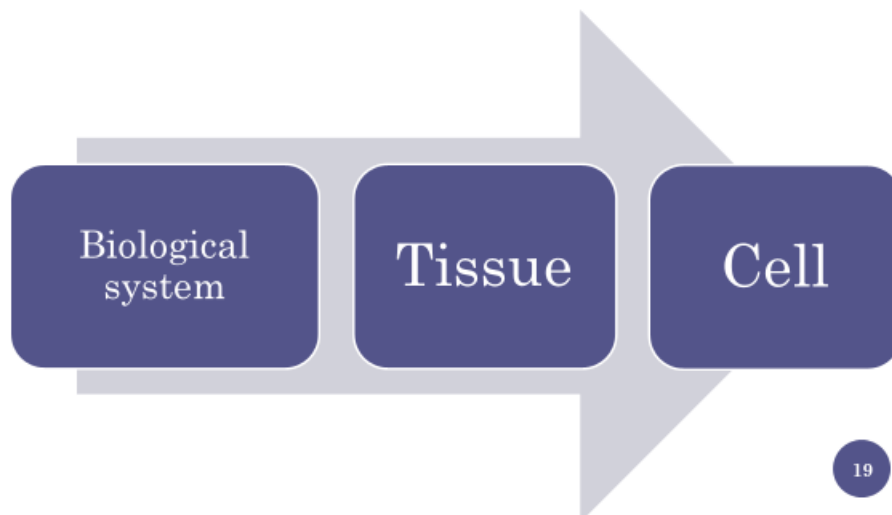
18

THE CHAIN OF EVENTS IN THE BODY AFTER THE APPLICATION OF A PHYSICAL FACTOR

- Physical stage
- Physicochemical stage
- Biological stage

18

ENERGY TRANSFER



19

PHYSICOCHEMICAL (PRIMARY) SHIFTS

- heat generation (heating of tissues),
- changes in pH, concentration and ratio of ions in cells and tissues,
- the formation of free forms of substances,
- change in the spatial structure (conformation) of biopolymers,
- polarization and bioelectret effects,
- changes in the electrical properties of cells,
- release of biologically active substances

20

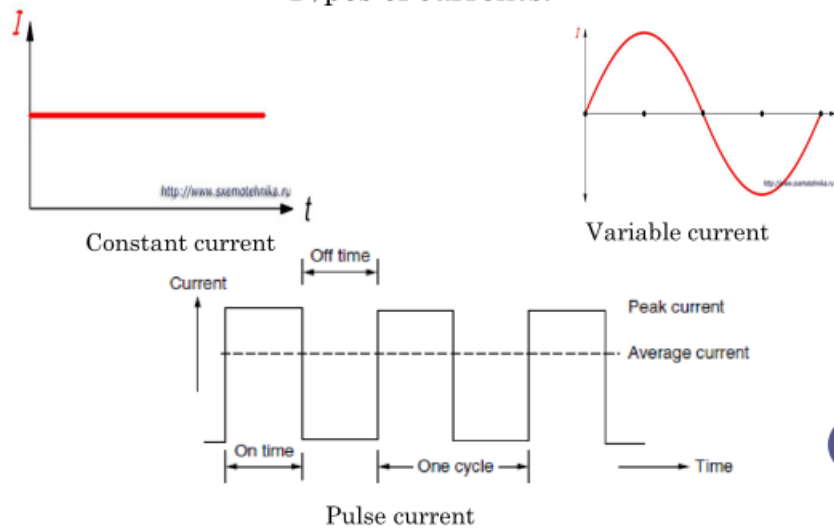
BIOLOGICAL STAGE - BODY REACTION

- **Local reactions** are expressed in changes in metabolism, regional blood circulation and microcirculation, local immunobiological processes, the formation of biologically active substances.
- As a result of somatic, visceral and autonomic reflexes, which are formed as a result of therapeutic physical factors, **reflex-segmental reactions occur**.
- **The general response** is accompanied by dynamic homeostatic shifts in the activity of various internal organs, metabolic and trophic changes, changes in the immune status and reactivity of the body, the development of adaptive reactions, an increase in the level of mobilization of the body's functional reserves, and restoration of adaptation systems disturbed by the disease.

21

THE EFFECT OF ELECTRIC CURRENTS ON BIOLOGICAL OBJECTS

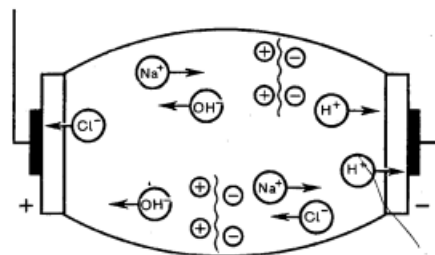
Types of currents:



22

DIRECT CURRENT:

- Positive ions move towards the cathode (negative electrode),
- Negative ions - towards the anode (positive electrode).
- The main mechanism of action of direct current is the change of normal values of ion concentrations in different parts of the tissue.



23

THERAPEUTIC TECHNIQUES, BASED ON THE USE OF DIRECT CURRENT:

- Galvanization
- Electrophoresis



24

GALVANIZATION

- Galvanization - therapeutic effect on the body with a constant continuous electric current of low strength (up to 50 mA) and low voltage (30-80 V) through electrodes placed on the patient's body.
- The device for galvanization - the rectifier of alternating current which allows to regulate output voltage and to control (or measure) force of the applied current.
- Lead or foil electrodes are used to supply current to the patient's body.
- Hydrophilic pads are moistened with water or saline.

25

THE BODY'S RESPONSE TO DIRECT ELECTRIC CURRENT:

- Stimulation of blood circulation, lymph circulation, metabolism
- Increase the excitability of tissues under the cathode («-» electrode)
- Decrease in sensitivity under the anode ("+" electrode); the effect of local analgesia (anesthesia) is observed

26

MEDICINAL ELECTROPHORESIS

- Medicinal electrophoresis (electrophoresis of medicinal substances) is a method of administering drugs through the skin or mucous membranes using direct current.
- One of the hydrophilic pads is wetted with water and the other with a solution of the drug. The drug is administered in the form of ions.



27

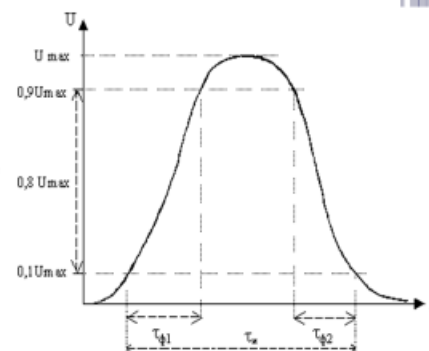
ADVANTAGES OF ELECTROPHORESIS

- not traumatic,
- local action is provided,
- the drug is administered in ionic form, which usually provides a therapeutic effect,
- the drug, accumulating in the subcutaneous tissue, forms a "skin depot", from where it is slowly washed away, which provides a prolonged (long-term) effect of the drug on the pathological focus.

28

PULSED CURRENTS

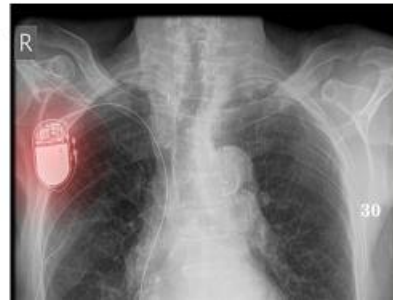
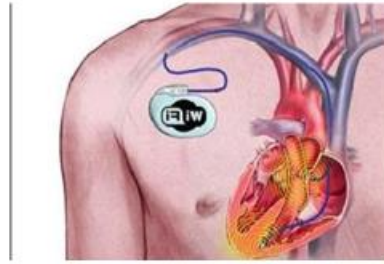
- Pulsed currents are currents that change periodically but not harmonically (non-sinusoidally) over time.
- The pulse front is the area of increase or decrease of voltage (U) or current (I) (leading edge - increase, trailing edge, or slice - decrease).
- The amplitude is the modulus of the maximum value of voltage ($U_{\max}$) or current ($I_{\max}$).
- Pulse duration (τ_i) - this is the period of time during which the voltage or current exceeds $0.1 \cdot U_{\max}$ or $0.1 \cdot I_{\max}$ in accordance.



29

THERAPEUTIC TECHNIQUES BASED ON USE PULSE CURRENTS: CARDIOSTIMULATION

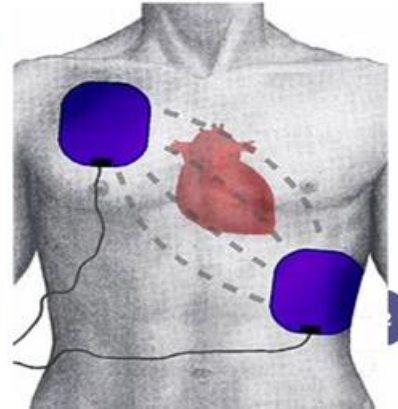
- Normally, the impulses that cause the heart to contract are produced in the sinus (sinatrial) node - the driver of the rhythm, and through the conduction system enter the myocardial muscle.
- If the sinus node does not perform its function or the conduction system is disturbed, an external pacemaker - electrocardiostimulator - generator of electrical pulses with a frequency of 1 - 1.2 Hz and a duration of 0.8 - 3 ms becomes necessary.



THERAPEUTIC TECHNIQUES BASED ON USE PULSE CURRENTS: DEFIBRILLATION

- Defibrillators are used for cardiac arrest or ventricular fibrillation.
- Fibrillation - a disordered contraction of individual muscle fibers due to their excitation to each other.
- The defibrillator produces single electrical impulses (discharges) of high voltage, which cause a sharp strong contraction of the heart muscle, which often leads to the restoration of normal heart contractions.

- Discharge voltage - a few kilovolts (up to 8kV). In the case of an unsuccessful attempt to "start" the heart in subsequent attempts to increase the voltage.



THERAPEUTIC TECHNIQUES BASED ON USE PULSE CURRENTS: ELECTROGYMNASTICS OF MUSCLES

- Electrogymnastics of muscles maintains muscle tone, improves blood circulation and metabolism in the affected muscles or in muscles with impaired innervation, supports their ability to contract.
- Use a pulsed current with triangular pulses lasting from 1 to 1.5 ms and a frequency of 100 Hz or pulses of exponential shape lasting 3-60 ms and a frequency of 8 to 80 Hz.



THERAPEUTIC TECHNIQUES BASED ON USE PULSE CURRENTS: ELECTROSLEEP

- Electrosleep - the method of inhibiting the CNS using a pulse current of rectangular shape with a pulse duration of 0.1-1 ms and a pulse repetition frequency of 5-150 Hz.



34

ALTERNATING CURRENT

The mechanism of action of alternating current on fabrics depends on current frequency:

- at low frequencies causes irritating effect on excitable tissues;
- at high frequencies - thermal effect.

35

RHEOGRAPHY

Rheography - (impedance plethysmography) -diagnostic technique based on measuring the change in impedance (Z) of the tissue area depending on the blood supply to the vessels of this tissue area. Alternating current with a frequency of 30 kHz is used (currents of this frequency do not cause irritation of excitable tissues).

- At a rheography of a brain receive a rheoencephalogram, at a rheography of heart - the rheocardiogram.
- Rheography can also be used to study the main vessels of the lungs, liver and extremities, and in dentistry - the vessels of the periodontium, oral mucosa, salivary glands and others.



36

DIATHERMY

Diathermy (electrosurgery):

- diathermotomy
- diathermocoagulation
- Based on the release of heat in the tissues during the flow of alternating current through them.
- Specific thermal power of the current (the amount of heat released per 1 s per unit volume of tissue during the flow of current):

$$q = j^2 \rho$$

q - is the specific heat output;

j - current density;

ρ - is the specific resistance of the tissue

37

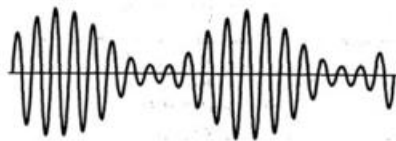
- Electrosurgery uses a current of about 10 MHz. At the point of contact of the body with a sharp electrode creates a high current density and develops a high specific thermal power.
- At diathermocoagulation ($j = 6-10 \text{ mA} / \text{mm}^2$) there is a "brewing" of blood vessels.
- In diathermotomy ($j \approx 40 \text{ mA} / \text{mm}^2$) the sharp electrode acts as an electric knife (electroscalpel), which, burning the tissue, cuts it.



38

LOCAL DARSONVALIZATION

- At local darsonvalization the patient is affected by alternating current with a frequency from 100 kHz to 400 kHz, but it is brought to the patient not continuously, and pulses with a frequency of 50 Hz.
- This uses a voltage of about 10 kV.
- The peculiarity of the technique of local darsonvalization is that the current is supplied to the patient by means of an electrode with a very high resistance (usually it is either a hollow or graphite-filled glass electrode).



39

THE EFFECT OF ELECTROMAGNETIC FIELDS ON BIOLOGICAL TISSUES

If a tissue (or part of the body) is placed in an alternating electromagnetic field, alternating currents occur in it.

Physiotherapeutic techniques:

- inductothermy
- UHF therapy
- LHF therapy:

40

INDUCTOTHERMY

- During inductothermy, the patient's tissues are exposed to an alternating magnetic field with a frequency of oscillations from 10 MHz to 15 MHz.
- The alternating magnetic field induces eddy electric currents in the tissues, during which heat is released and the tissues are heated.



41

- Inductothermy heats tissues with lower resistivity values, ie tissues that conduct current well.
- Effective heating of tissues occurs at a depth of 6-8 cm.
- The increase in tissue temperature increases blood circulation in them, causes the activation of various enzymes. There is a stimulation of the body's immune system.

42

UHF THERAPY(UHF - ULTRAHIGH FREQUENCIES)

- The patient's tissues are affected by an alternating electric field of the UHF band (30 MHz - 300 MHz).
- The UHF field creates in the patient's tissues oscillations of charged particles of the same frequency with which the UHF field changes.
- Emerging currents heat the patient's tissues (organs): those tissues that have lower electrical conductivity heat up more.



LHF THERAPY(LHF - ABOVE-HIGH FREQUENCIES)

The patient's tissues are affected by electromagnetic waves with frequencies of 300 MHz - 30 GHz.

In microwave therapy better warmed muscle tissue and blood.

At microwave therapy two ranges are allocated:

- decimeter waves ($\nu = 460$ MHz, $\lambda = 62.5$ cm). Heating depth reaches 9 cm
- microwaves, or centimeter waves ($\nu = 2375$ MHz, $\lambda = 12.6$ cm). Heating depth reaches 3-5 cm.

44

- The effect of high-frequency electromagnetic oscillations on the body is not limited to the thermal effect.
- The biological effect of radiation is manifested at different levels: subcellular (molecular), cellular, tissue, organ, organism, population, species, biocenotic, global.
- The negative effect of electromagnetic radiation of rather high intensity on the cardiovascular, central nervous, endocrine, hematopoietic and some other body systems is also considered to be proven. Due to this, strict hygienic regulation of the levels of electromagnetic fields that affect people is introduced.

45

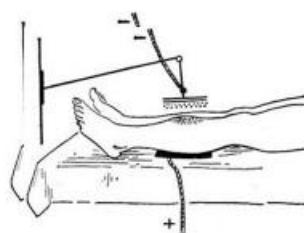
CONSTANT ELECTRIC AND MAGNETIC FIELDS: ELECTROSTATIC SHOWER (FRANKLINIZATION)

- FRANKLINIZATION - a method of therapeutic action on the body or its individual areas with a constant high voltage electric field (up to 50 kV).
- Distinguish between general ("electric shower") and local franklinization. The franklinization procedure is carried out in such a way that the patient's head (with general exposure) or another part of the body (with local procedures) becomes, as it were, one of the capacitor plates, while the second plate is an electrode placed at a distance of at least 15 cm above the head or at a distance of 6-10 cm above another area of influence. The role of the dielectric is played by the air between them. Due to the fact that the body resistance compared to the air resistance is small, almost all the voltage generated by the apparatus falls on the air gap between the patient's body and the electrode.
- During general exposure procedures, the electric field voltage can reach 30 kV or more, and with local influences - 15-20 kV.

46



Local electrodes are used to carry out local franklinization. The procedure is performed with the exposed surface of the patient's body. Wound or ulcerative skin surface should be cleaned of crusts, pus, rejected masses, treated with a disinfectant solution, dried with a sterile napkin. The electrodes are fixed at a distance of 5-7 cm from the skin surface. The impact is carried out at a voltage of 10-20 kV. The procedures are usually performed during dressings (after 2-3 days), continuing their duration is 10-15 minutes, per course treatment of 10-15 exposures.



47

PARAMEDICAL MEDICAL SOURCES OF CMF

To obtain a constant magnetic field (CMF), permanent magnets of various materials and various designs are used, as well as electromagnets with or without ferromagnetic cores, in the windings of which a constant electric current flows. The induction of constant magnetic fields is more often 30-60 mT, although in some sources it can reach 100 mT or more.



THANK YOU FOR ATTENTION!!!

ДОДАТОК Б Лекція №2

CONSTANT AND PULSED MAGNETIC FIELD IN PHYSIOTHERAPY

MAGNETIC FIELD AND ITS IMPACT ON THE ORGANISM

- The Earth's magnetic field shows the intensity in the range of 30–70 μT , which is a natural stimulator of physiological processes in a living organism.
- Observations of people staying in space for a long time indicate that lack of a natural magnetic field causes insomnia, fatigue, and depression, and increases the risk of osteoporosis.

MAGNETIC FIELD AND ITS IMPACT ON THE ORGANISM

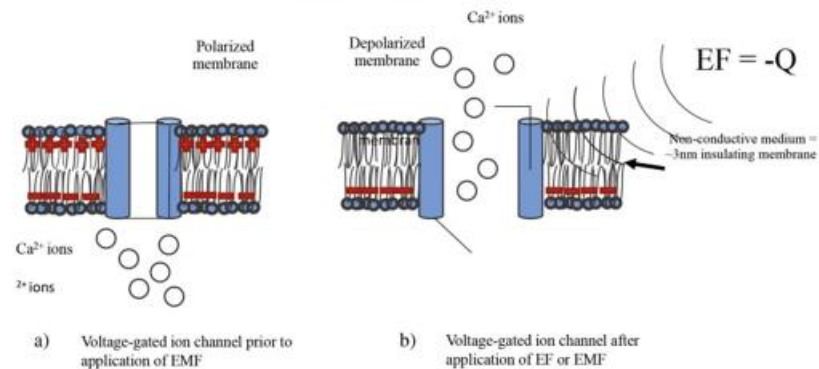


Figure 1. a) Voltage-gated ion channels control intra- and extra-cellular ion flux due to positive surface charge. b) EF can attenuate the opening and closing of these ion channels to trigger intracellular events due to negative charge ($-Q$) depolarizing the plasma membrane.

3

IMPACT MAGNETIC FIELD ON THE ORGANISM

- the acceleration of metabolism (stimulating the energy processes and increasing the use of oxygen by the cell);
- beneficial effect on the regenerative mechanisms occurring in the tissue and stimulates humoral and immune activity in the whole organism;
- enhances hormonal and enzymatic reactions;
- stimulates the formation of callus in the case of obstruction in bone healing;
- an analgesic effect, affects muscle tension, and stimulates the regeneration of tissues;

4

MAGNETIC ENERGY CONVERSION

- The strength of the Earth's magnetic field is 0.5G (or 0.05mT).
- An MRI scanner operates 15,000 - 30,000G - or 1.5 - 3.0T.
- Therapy doses are typically in the range of 0.5 - 50mT.
- Physiological processes in animals generate small magnetic fields - in the order of 10⁻⁶ to 10⁻¹²T

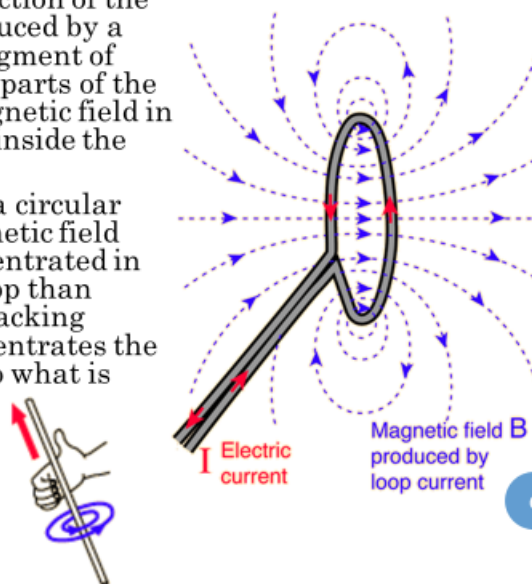
1 Gauss	0.0001 Tesla	0.1 milli Tesla
50 Gauss	0.005 Tesla	5 milli Tesla
100 Gauss	0.01 Tesla	10 milli Tesla

10,000G = 1T. 1G = 0.0001T (or 0.1mT or 100mT)

5

MAGNETIC FIELD OF CURRENT LOOP

- Examining the direction of the magnetic field produced by a current-carrying segment of wire shows that all parts of the loop contribute magnetic field in the same direction inside the loop.
- Electric current in a circular loop creates a magnetic field which is more concentrated in the center of the loop than outside the loop. Stacking multiple loops concentrates the field even more into what is called a solenoid.



6

FIELD AT CENTER OF CURRENT LOOP

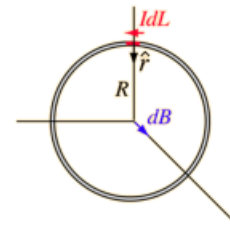
- The form of the magnetic field from a current element in the Biot-Savart law becomes

$$dB = \frac{\mu_0 I dL \times \hat{r}}{4\pi R^2} = \frac{\mu_0 I dL \sin \theta}{4\pi R^2}$$

- which in this case simplifies greatly because the angle $= 90^\circ$ for all points along the path and the distance to the field point is constant. The integral becomes

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi R^2} \oint dL = \frac{\mu_0 I}{4\pi R^2} 2\pi R = \frac{\mu_0 I}{2R}$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m} / \text{A}$$

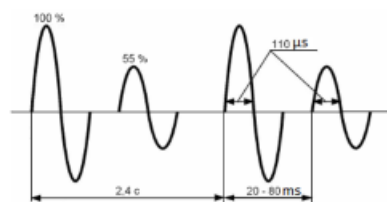


In this special case the symmetry is such that the field contributions of all the current elements around the circumference add directly at the center. The line integral of the length is just the circumference of the circle.

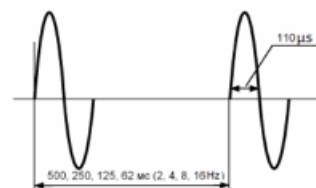
7

HIGH INTENSITY PULSE MAGNETOTHERAPY

- High-intensity pulsed magnetotherapy (HIMT) consists in the therapeutic effect of a pulsed magnetic field (IMF) with a pulse repetition rate of about 0.5 Hz, a duration of 110-180 μs , an amplitude on the working surface of the inductor of 1000-1500 mT.

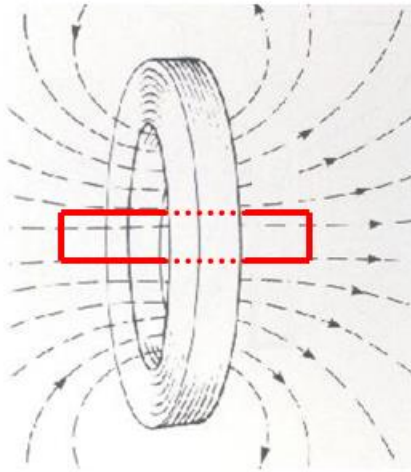
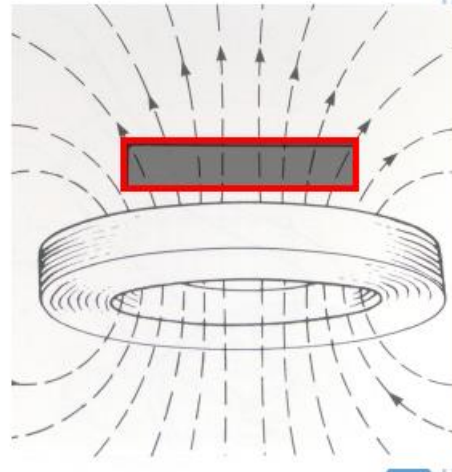


Temporal characteristics of the magnetic field. Mode A



Temporal characteristics of the magnetic field. Mode B

8

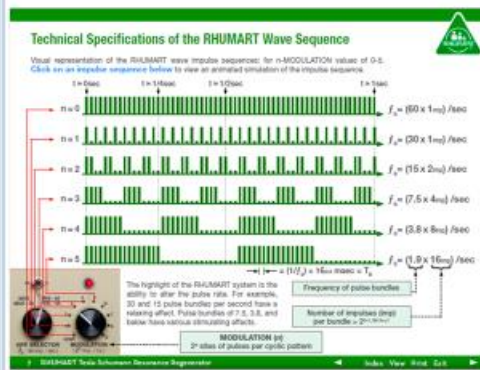
Cylinder**Flat surface coil**

9

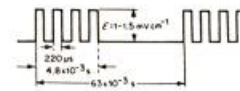
Cylinder Unit**Flat surface coils**

10

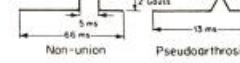
Pulse forms



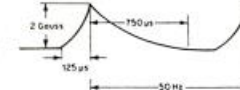
Roote and Hinsenkamp (1979)



Shorrard (1980)



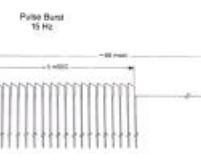
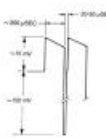
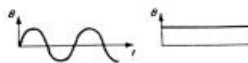
O'Connor *et al.*, Corfield and Jons (1981)



Watson and Downes (1979)



Habirova (1978)



- PEMF system energy < 1 Gauss
=> **neglectable** effect
- PEMF system energy >30 – 100< Gauss
=> **some** effect
- PEMF system to be effective
=> **>> 100 Gauss (10 milli-Tesla)**

EMF voltage

$$V = n \times a \times dB/dt$$

V = Voltage
n = number of turns of the electromagnetic coil
a = area of the loop
dB/dt = Signal rise-time (speed of induction)

13

MAGNETIC FIELD DEFICIENCY SYNDROME (MFDS)

Physiologists have determined that we receive about a third of our energy from external sources, like the Earth's magnetic field.

Today the magnetic field of the Earth is measured between *0.3 and 0.6 gauss* (a unit of measurement of magnetic fields). It is estimated that the Earth's magnetic field 4,000 years ago was anywhere between *2.5 and 5.0 gauss*. *This is a decrease of 80% or more.*

The effects of Magnetic Field Deficiency Syndrome are characterized by:

- generalized aches and pains
- fatigue
- stiffness of shoulders, back and neck
- chest pains
- headaches, heaviness of head
- habitual constipation
- general lassitude
- vision problems
- insomnia
- frequent headaches
- dizziness/vertigo

14



MAGNETIC THERAPY

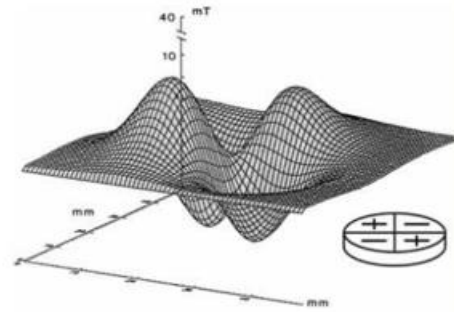
- Magnet therapy is applying magnetic fields to the body for a therapeutic benefit. The degree of benefit and the effect itself depends on the magnetic device's magnetic field **characteristics** such as **intensity** and **field gradient**, as well as the **duration of use** and **placement** of the magnet.
- Magnetic field gradient is the rate of change of the strength of the field over distance – measured in mT/mm.

QUADRAOLAR ARRAY

- The field gradient is strongest where the magnetic poles intersect, so more the number of poles, more magnetically healing area.



Old Quadraolar Array



New Quadrapolar

MAGNETIC SENSITIVITY IS DEFINED AS FOLLOWS:

In order to determine whether a person is sensitive to magnetic influence, it is necessary to attach a magnet to the center of the palm and wait for the reaction for a certain time:

- if a person in the area of application of the magnet felt pulsating sensations after five minutes, then his sensitivity is high;
- if a person felt a pulsation twenty minutes after applying the magnet, then his sensitivity is average;
- if sensations do not arise, then, therefore, there is no sensitivity to magnetic influence at all.

THE EFFECTIVENESS OF MAGNETOTHERAPY

- reduces the intensity of pain and stops the progression of inflammatory processes;
- has a calming effect on the central nervous system, normalizes the psycho-emotional background;
- strengthens the walls of blood vessels;
- destroys body fat;
- removes toxins and excess fluid from the body;
- stops non-extensive bleeding.

19

INDICATIONS FOR MAGNETOTHERAPY

This type of treatment is often used for:

- pathologies of the cardiovascular system;
- diseases of the respiratory system;
- disorders of the urinary, digestive, nervous and musculoskeletal systems.

We should also consider the effect of magnetotherapy in gynecology:

- the production of hormones is activated;
- problems of timely ovulation are solved;
- it is possible to cope with the primary and compensated infertility that has arisen against the background of diseases of the hormonal system.

20

CONTRAINDICATIONS FOR MAGNETOTHERAPY

- the age of the patient (after 70 years, even magnetotherapy of the knee joint cannot be performed, as this can destroy the already fragile bones);
- the presence of acute and chronic pathologies (with infectious processes, even with prolonged remission, physiotherapy will be contraindicated);
- general health - the level and stability of blood pressure, heart rate, respiratory system activity, and so on.

21

ABSOLUTE CONTRAINDICATIONS TO MAGNETOTHERAPY:

- hemophilia;
- previously installed endoprosthesis;
- hepatic and renal failure, occurring in acute and chronic form;
- hypertension of the third degree;
- any neoplasms, including benign ones, neoplasms of unknown etiology;
- schizophrenia, manic-depressive psychosis;
- "Open" tuberculosis (active phase of the course).

22

HIGH INTENSITY PULSED MAGNETIC THERAPY

- It is possible to approach the values of the electric field strength in biological tissue of the order of 100 V without the danger of damaging the cell by acting on it with relatively rare single monopolar pulses of a magnetic field of large amplitude with a short pulse front. For example, with a half-sinusoidal (bell-shaped) pulse amplitude of 0.5 T and a pulse duration of 100 μ s (rise time of 50 μ s) in a circular circuit with a radius of 2 cm, the induced electric field will be 100 V. At a repetition rate of such pulses of the order of 2 s, the heat released in the biological tissue will have time to be carried away by the bloodstream, thereby eliminating the danger of overheating.

23

EFFECT OF A STRONG PULSED MAGNETIC FIELD

- The influence of a strong pulsed magnetic field with an intensity of 1.0-1.5 T is noticeable at a distance of 5-10 cm from the surface of the inductor in the depth of the biological tissue. So, at a depth of 2 cm in biological tissue, the value of magnetic induction is 200-300 mT, 5 cm - 30-45 mT, 10 cm - 4-6 mT, and 20 cm - 2-3 mT. Thus, up to 5 cm, the effect of HIMT affects, and up to 20 cm, the effect of low-intensity magnetic therapy, therefore, the induced electric field has an active effect on deeply located muscle, nervous, bone tissue, internal organs, improving microcirculation, stimulating metabolic processes and regeneration.
- Under the influence of a pulsed magnetic field with an intensity of 1-1.5 T under inductors in tissues at a depth of 2 cm, induced electric currents with a density of 1-2 mA / cm² are formed, which can cause contraction of skeletal and smooth muscles.

24

Medical application: TMS

Transcranial Magnetic Stimulation

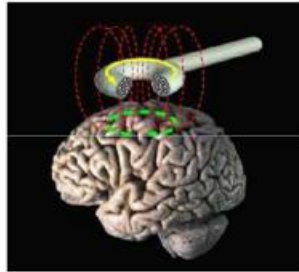


Image courtesy NIH/NINDS



Image courtesy Princeton University

- $B \approx 2 \text{ T}$ at coil surface, 0.5 T in cortex
- current rise time: $70 - 100 \mu\text{s}$

Bernd Ilbermann (PTB): Magnetic Fields – CCEM – 2011-03-18

25

MAGNETO PULSE AUTOMATED

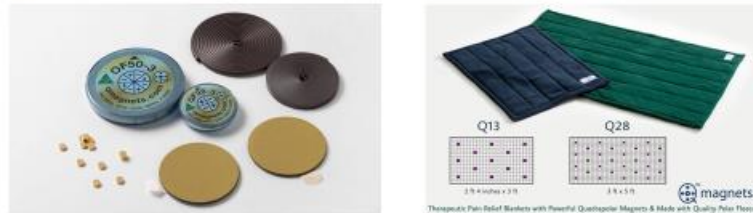


- The automated magneto system is ideal for applying multiple treatments concurrently and treating extended areas of the body. The device applies Extremely Low Frequency (ELF) electromagnetic waves and can allow up to 6 solenoids and applicators to be used simultaneously.
- The automated moving system automatically positions the solenoid on the area to be treated and can scan automatically and continually between two positions.
- For high impact sports whole body treatment can be used routinely to reduce bone and soft tissue recovery times between events, helping to reduce degenerative tissue changes.

26

OTHER MAGNETIC THERAPY PRODUCTS

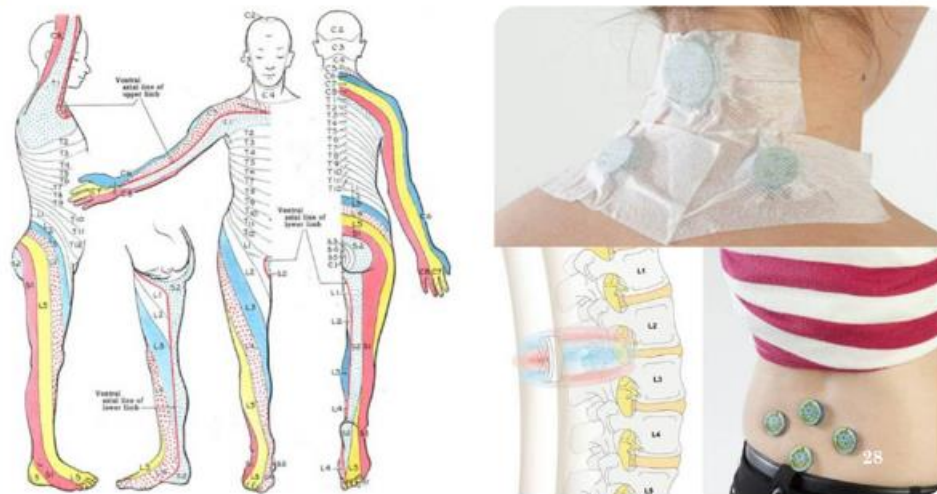
- *knee braces;*
- *bands;*
- *mats and magnetic bracelets*
- *magnetic mattress toppers/mats/blankets;*
- *therapeutic magnets*



The reason why magnetic bracelets and magnetic jewelry have been found to be a waste of money is plain and simple, *these do not ensure a consistent placement*. A steady magnetic field would only be possible by attaching the magnet to the body using an adhesive or tape to have a great effect, *and* it needs to be strong enough or optimized to reach the desired nerve.

27

DERMATOME MAP



Dermatome map

THANK YOU FOR ATTENTION!

ДОДАТОК В Практичне заняття №1



BIOLOGICAL EFFECTS AND MEDICAL APPLICATIONS OF INFRARED RADIATION

INFRARED

Infrared (IR) is a type of electromagnetic radiation, including wavelengths between the **780 nm to 1000 µm**.

Light comparison ^[10]			
Name	Wavelength	Frequency (Hz)	Photon energy (eV)
Gamma ray	less than 0.01 nm	more than 30 EHz	more than 124 keV
X-ray	0.01 nm – 10 nm	30 EHz – 30 PHz	124 keV – 124 eV
Ultraviolet	10 nm – 400 nm	30 PHz – 790 THz	124 eV – 3.3 eV
Visible	400 nm–700 nm	790 THz – 430 THz	3.3 eV – 1.7 eV
Infrared	700 nm – 1 mm	430 THz – 300 GHz	1.7 eV – 1.24 meV
Microwave	1 mm – 1 meter	300 GHz – 300 MHz	1.24 meV – 1.24 µeV
Radio	1 meter – 100,000 km	3 Hz – 300 GHz	1.24 µeV – 12.4 feV

Division name	Abbreviation	Wavelength	Frequency	Photon energy	Temperature
Near-infrared	NIR, IR-A <i>DIN</i>	0.75–1.4 μm	214–400 THz	886–1653 meV	3,864–2,070 K (3,591–1,797 °C)
Short-wavelength infrared	SWIR, IR-B <i>DIN</i>	1.4–3 μm	100–214 THz	413–886 meV	2,070–966 K (1,797–693 °C)
Mid-wavelength infrared	MWIR, IR-C <i>DIN</i> ; MidIR. Also called intermediate infrared (IIR)	3–8 μm	37–100 THz	155–413 meV	966–362 K (693–89 °C)
Long-wavelength infrared	LWIR, IR-C <i>DIN</i>	8–15 μm	20–37 THz	83–155 meV	362–193 K (89 – –80 °C)
Far	FIR	15–1000 μm	0.3–20 THz	1.2–	193–3 K (–80–15 °C)

INFRARED

Healing effects:

- anti-inflammatory (decongestant, regenerative, proliferative), metabolic,
- local analgesic,
- vasodal.

Indications:

- chronic and subacute non-suppurative inflammatory diseases of internal organs,
- burns and frostbite,
- sluggish wounds and ulcers,
- peripheral diseases,
- nervous system with pain syndrome (myositis, neuralgia),
- consequences of injuries of the musculoskeletal system.

Contraindications:

- acute inflammatory and purulent diseases,
- failure of cerebral circulation (especially in vertebrobasilar basin),
- autonomic dysfunction,
- sympathetic.

METHODOLOGY

- The affected areas of the body are exposed to radiation. Depending on the power of the infrared radiation source, its reflector during the procedures is installed at a distance of 30-100 cm from the irradiated surface.



5

INFRAVIBROPHORESIS

- *Infrared radiation in combination with vibration is used in cosmetic physiotherapy to accelerate the introduction of various medicinal substances into the skin* (infravibrophoresis).
- In this case, *infrared radiation causes* the expansion of the blood and lymphatic vessels of the skin, the ducts of the sebaceous and sweat glands, which leads to an increase in the absorption of the fortified substances.
- *Vibration* enhances their penetrating ability and, by stimulating lymph drainage, increases skin turgor and smooth muscle contractility.
- The water content in the epidermis increases by one third, and the fat content - by two thirds of the original values.

6

LOW-LEVEL LIGHT THERAPY

- **Low-level light therapy (LLLT)** is defined as “Treatment using irradiation with light of low power intensity so that the effects are a response to the light and not due to heat.
- **Photobiomodulation (PBM) therapy** is “A form of light therapy that utilizes non-ionizing forms of light sources, including lasers, LEDs, and broadband light, in the visible and infrared spectrum. It is a nonthermal process involving endogenous chromophores eliciting photophysical (i.e., linear and nonlinear) and photochemical events at various biological scales.

7

MOLECULAR MECHANISM OF LIGHT INTERACTIONS WITH TISSUE

- Photon absorption converts light into signals that can stimulate biological processes.
- The action of IR light on water dynamics in membranes, mitochondria and/or cells could modulate signaling pathways, production of reactive oxygen species (ROS), ATP (adenosine triphosphate), Ca^{2+} , NO, and inositol phosphates group.
- Secondary effects are always preceded by primary effects, including *stress signaling, metabolic processes, cytoskeleton organization, cell proliferation / differentiation, and homeostasis* (depending on injury or metabolic redox potentials).
- IR light could excite cells through water absorption, with a temperature increase affecting the plasma membrane and altering the electrical capacitance, thereby depolarizing the target cells

8

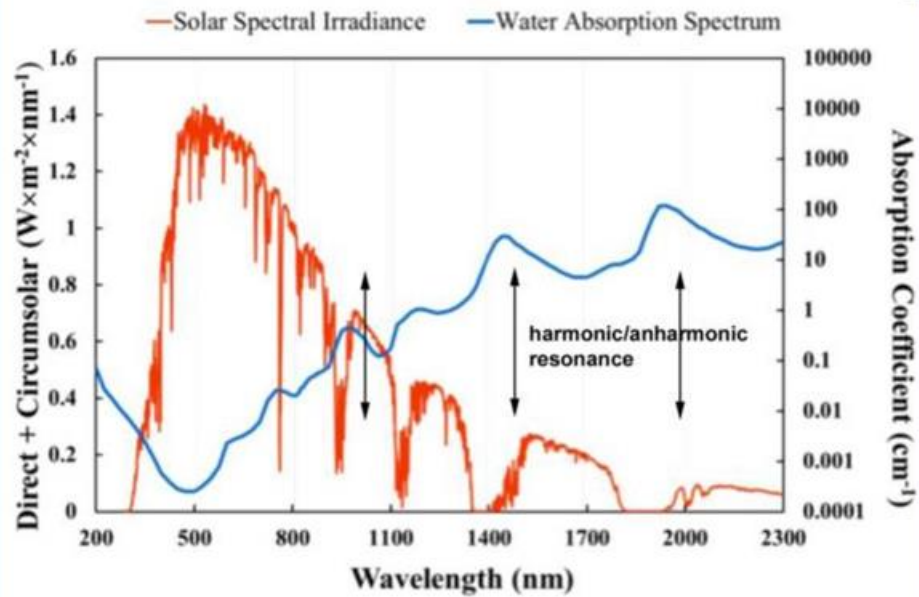


Fig.1 – Superposition of spectra of solar irradiance and water absorption showing that the most significant areas of overlap occur in the region of 800–1300 nm

9

INFRARED SAUNAS

- The use of far-infrared saunas for medical treatment is *based on deep skin-penetration of the radiation to restore homeostasis of thermal regulation.*
- **Indication:** osteoarthritis or cardiovascular respiratory problems, far-infrared saunas could be applied as an alternative to moderate exercise.
- **Therapeutic effects** on congestive heart failure, premature ventricular contractions, brain natriuretic peptide levels, vascular endothelial function, weight loss, oxidative stress, or chronic fatigue

10

WAON THERAPY

- **Waon therapy** means the body is warmed in an IR chamber for 15 min at 60°C, and then they are wrapped in thermal blankets and laid down to maintain heat for an additional 40 min, and finally patient drinks water to replenish moisture lost by perspiration.
- It can improve cardiac function and is useful in rehabilitation.
- Waon therapy was performed once daily, 5 days each week for 2 weeks.

11

EMERGING STUDIES OF INFRARED THERAPY: NEURAL STIMULATION

- **Infrared neural stimulation (INS)** has higher spatial resolution without electrochemical connection between the source and the target tissue. Furthermore, IR radiant emission can be closely tailored to reflect the incoming signal;
- **Potential disadvantages** of INS are risks of heat-induced tissue damage by overdosed energy, and the limited depth of stimulation dependent on IR absorption properties of tissue
- Many researchers have found that application of continuous wave or pulsed light leads to different results in studies of *wound healing and tissue regeneration*

12

EMERGING STUDIES OF INFRARED THERAPY: NEURAL STIMULATION

- **One possible mechanism of INS** is photothermal effects caused by water absorption of energy, rather than photochemical reactions that can occur with radiation possessing greater photon energy (shorter wavelength), or photomechanical pressure waves.
- Intracellular Ca^{2+} is an important second messenger for diverse biological process, such as smooth muscle contraction, neurotransmitter release, and regulation of signaling pathways. After exposure to IR radiation (1862 nm), a rapid rise in intracellular calcium was observed in the neonatal rat ventricular cardiomyocytes to that produced a pulsing frequency in the cells.

13

EMERGING STUDIES OF INFRARED THERAPY: NEURAL STIMULATION

- In 2016, Ken Zhao et al. reviewed the applications of INS, concentrating on its *ability to stimulate various types of neurons by optical radiation*, including facial nerve, cochlea, vestibular system, and the cortex.
- Studies showed that *IR pulsed radiation at 1860 nm or 790~850 nm stimulated action potentials in many different types of neural cells*, such as sciatic cells, auditory nerves, and cardiomyocytes.
- IR laser ($\lambda = 1450 \text{ nm}$ and 1860 nm) can transiently inhibit the propagation of action potentials in endogenous unmyelinated and myelinated axons.

14

EMERGING STUDIES OF INFRARED THERAPY: PHOTOAGING VS PHOTOREJUVENATION

- Since human skin is consistently exposed to environmental IR radiation, this energy may indirectly or directly stimulate the production of free radicals or ROS (reactive oxygen species). Many researchers have found ***a brief burst of IR-induced ROS may be beneficial for photorejuvenation.***
- However, IR-induced free radicals and ROS can be a double-edged sword, **at low doses they can activate protective responses, but at high doses ROS can damage organelles and cells in the skin resulting in photoaging.** Many studies have indicated that IR radiation ranging from **760~1,000 nm is involved in photoaging and photocarcinogenesis of human skin.**

15

EMERGING STUDIES OF INFRARED THERAPY: PHOTOAGING VS PHOTOREJUVENATION

- IRA radiation-induced free radicals **can decrease antioxidants** such as carotenoids to different degrees in human skin. Especially the carotenoid, lycopene decreased quickly compared to beta-carotene.
- IR-induced heat action can be pathological for the skin. *When the skin temperature exceeds 39 C during IR irradiation, it can induce ROS generation and pathological effects through changes in structural integrity caused by enzyme induction in the skin.*

16

EMERGING STUDIES OF INFRARED THERAPY: ANTITUMOR ACTION

- Over the past decade, a number of studies have found that IR radiation can give rise to **some DNA damage in cancer cells**.
- *The proposed mechanism is related to oxidative stress. IR affects the electron transport chain to generate ROS, which does not only stimulate signal transduction at moderate levels, but can also damage cellular organelles directly when generated at excessive levels.*

17

EMERGING STUDIES OF INFRARED THERAPY: ANTITUMOR ACTION

- Previous research has demonstrated that *ionizing radiation therapy combined with paclitaxel can increase the therapeutic effects*. Paclitaxel stabilizes microtubules and leads to cell death by inhibiting chromosome segregation, disturbing spindle assembly during cell division, and causing cell cycle arrest in the G₂/M phase.
- *IR has the potential to reduce the dosage of paclitaxel in clinical anticancer chemotherapy to avoid paclitaxel-induced severe side-effects, such as lower white blood cell counts, hair loss, diarrhea, mouth sores, and hypersensitivity reactions.*

18

EMERGING STUDIES OF INFRARED: NEURAL REGENERATION

- **Transcranial brain stimulation** with IR radiation is the use of coherent or non-coherent light to rehabilitate neurodegenerative brain diseases or traumatic brain injury, and modulate a neurobiological function in a non-thermal effect; however the molecular mechanism of IR brain stimulation is still unclear.
- The 808 nm laser could also promote cerebral blood flow and increase nitric oxide levels in mice.

19

THANK YOU FOR ATTENTION!!!

20

ДОДАТОК Г Практичне заняття №2

ULTRAVIOLET RADIATION IN
MEDICINE

1

INTRODUCTION

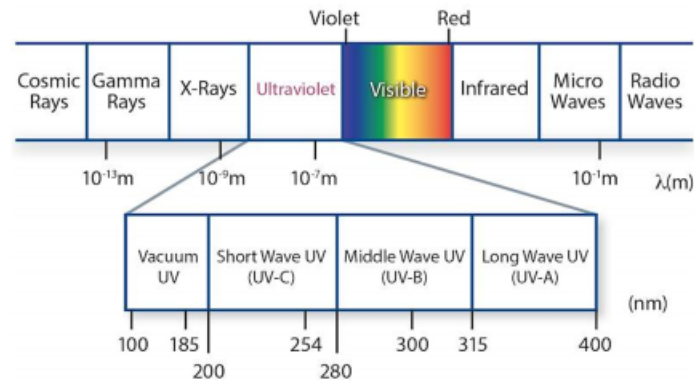
- The Danish physician Niels Finsen (1860–1904) is regarded by many as the father of modern UV therapy. In parallel with his scientific investigations, Finsen was also an active clinician. He is best remembered for his successful treatment of *lupus vulgaris* (tuberculosis of the skin, mainly on the face) and in 1903 was awarded the Nobel Prize for medicine in recognition of this work.
- Treatment of disease using artificial sources of UVR is known as **actinotherapy or phototherapy**.



2

THE ULTRAVIOLET SPECTRUM

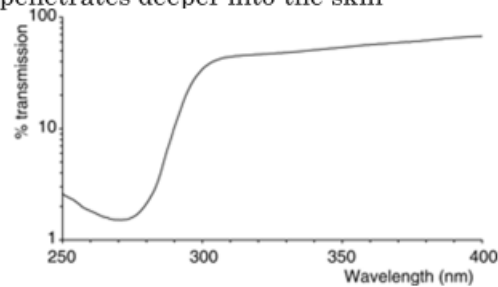
- Ultraviolet (UV)** is a form of electromagnetic radiation with wavelength from 10 (with a corresponding frequency around 30 PHz) to 400 nm (750 THz), shorter than that of visible light, but longer than X-rays.



3

BIOLOGICAL EFFECTS OF ULTRAVIOLET RADIATION

- A plot of the effectiveness of the UVR of different wavelengths in causing a given biological effect is called an action spectrum.
- The shape of the action spectrum will depend both on the absorption spectrum for the chromophores initiating the effect and also the optical properties of the skin that influences the radiation reaching the chromophores.
- UVA has much higher transmission than UVB or UVC, and therefore penetrates deeper into the skin



4

Fig. 1 – Fractional UVR penetration through the epidermis as a function of wavelength

EFFECT OF UV EXPOSURE ON THE EYES

- Both UVC and UVB radiation is predominately absorbed by the conjunctiva and cornea.
- The lens absorbs radiation in the range 300–370 nm, whereas radiation in the range 400–1400 [visible blue light to near-infrared (IR) radiation] is absorbed on the retina.
- Acute effects of UVR overexposure are photokeratitis (corneal injury) and photoconjunctivitis (Photokeratitis may occur in mountaineers as a result of high solar UV at altitude and high UV reflection from snow; this is referred to as “snow-blindness”)



Fig.2 – Photokeratitis

5

EFFECT OF UV EXPOSURE ON THE EYES

- Corneal absorption is very high between 190 and 220 nm and radiation in this range is *used therapeutically in laser photorefractive surgery*.
- Also certain artificial sources, such as germicidal lamps, emit significant UVC, and therefore care is required in their use.

6

EFFECT OF UV EXPOSURE ON THE SKIN

- **The acute effects** of UVR on the skin include erythema (sunburn), skin thickening, tanning, and vitamin D production.
- **Long-term effects** include induction of skin cancer and premature skin aging.
- Fair skinned people burn more easily in the sun, find it difficult to obtain a tan, and have a higher risk of skin cancer compared to darker skinned individuals.

7

ERYTHEMA

- Erythema is skin redness caused by inflammation and dilation of small blood vessels. The erythema response of the skin in an individual can be defined by the minimum dose required to produce a just perceptible redness. This is referred to as the Minimal Erythmal Dose (MED). A standard erythema action spectrum has been defined taking into account many published studies.

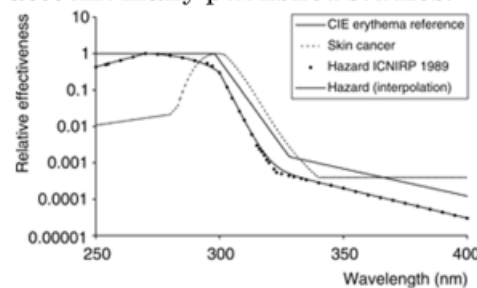


Fig.3 – Standard action spectra for erythema, non-melanoma skin cancer, and UV hazard.

8

ULTRAVIOLET SOURCES

- Ultraviolet radiation is emitted during transition of a molecular electron from an excited, high energy, to a less energetic state.
- As the possible energy levels are fixed for a given molecule, radiation is emitted with distinct photon energies. When excitation is by heating, the release of radiation is termed incandescence.
- Alternatively, excitation can be generated by passage of an electrical discharge through a gas. This is the basis for most artificial UV sources used in medicine, for example, mercury arc lamps and fluorescent UV lamps.
- The UV emitting LEDs (light emitting diodes) are available, although these tend to have low output and be restricted to long wavelength UV.
- A further recent development has been the production of UV emitting lasers.

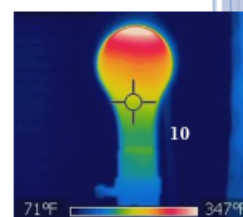
9

ULTRAVIOLET SOURCES

- **Solar Ultraviolet Radiation** (The spectrum of extraterrestrial solar radiation approximates that of a black body at ~ 5800 K. At the earth's surface, this spectrum is modified by atmospheric attenuation. The stratospheric ozone layer prevents almost all radiation with wavelengths <290 nm and a substantial proportion of UVB (70–90%) reaching the earth. When the sun is lower in the sky, the path length through the atmosphere is greater. The UV intensity is therefore reduced at all wavelengths, but more so for UVB than UVA)
- **Incandescent Sources** (Incandescent sources emit a smooth broad spectrum of radiation with the peak wavelength inversely related to the absolute temperature.)



UV RADIATION



ULTRAVIOLET SOURCES

- Mercury and Metal Halide Arc Lamps** (A low pressure mercury arc lamp consists of a fused silica tube filled with argon at ~ 1 Pa and containing a drop of mercury. A discharge occurs between the electrodes sealed into the ends of the tube. More than 90% of the radiant energy produced by the discharge is at 253.7 nm.)

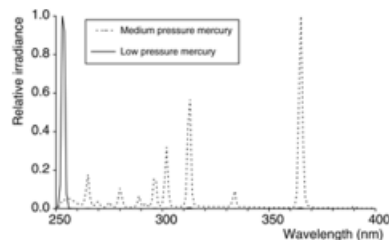


Fig. 4 – Ultraviolet emission spectra from low and medium pressure mercury lamps

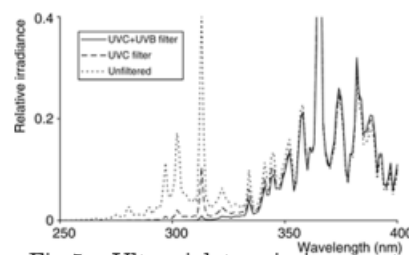


Fig.5 – Ultraviolet emission spectra from metal halide lamp with and without filters

ULTRAVIOLET SOURCES

- Fluorescent Lamps** (A fluorescent lamp is a low pressure mercury discharge lamp that has a phosphor coating applied to the inside of the envelope. Fluorescence radiation is produced by the excitation of the phosphor by the 253.7 nm radiation)
- Xenon Arc Lamps** (Unlike arc lamps containing mercury that has to vaporize, xenon lamps contain a permanent gas filling and the full radiation output is available immediately after switching on so that no run-up period is necessary)



ULTRAVIOLET SOURCES

- **Monochromatic Radiation** (A radiation monochromator consists of a xenon arc lamp together with a double diffraction grating monochromator. Although the radiation is referred to as monochromatic, in fact bandwidths of between 30 and 5 nm are typically employed. Narrowing the bandwidth <5 nm may lead to unacceptably low irradiance.)
- **Lasers** (Lasers produce truly monochromatic radiation. There are a number of lasers that produce UV radiation with emissions possible in the UVA, UVB, and UVC range. Argon Fluoride lasers produce 193-nm radiation (UVC) and are used for corneal refractive surgery.)

13

THE MEASUREMENT OF ULTRAVIOLET RADIATION: QUANTITIES AND UNITS

Table 1. Radiometric Terms

Term	Unit
Wavelength	Nanometer, nm
Radiant energy	Joule, J
Radiant flux	Watt, W
Radiant intensity	Watt per steradian, W/sr
Radiance	Watt per square meter per steradian, $\text{W/m}^2/\text{sr}$
Irradiance	Watt per square meter, W/m^2
Radiant exposure (often referred to as "dose")	Joule per square meter, J/m^2

14

THE MEASUREMENT OF ULTRAVIOLET RADIATION: QUANTITIES AND UNITS

The most frequent radiometric calculation is to determine the time for which a patient who is prescribed a certain dose (in J/cm^2) should be exposed when a radiometer indicates the irradiance in mW/cm^2 . The relationship between these quantities is:

$$\text{exposure time}(\text{min}) = \frac{1000 \times \text{dose}(\text{J}/\text{cm}^2)}{60 \times \text{irradiance}(\text{mW}/\text{cm}^2)}$$

15

THE MEASUREMENT OF ULTRAVIOLET RADIATION: WEIGHTED IRRADIANCE

- The erythemally effective irradiance E_{eff} , is defined as:

$$E_{\text{eff}} = \sum s(\lambda)E(\lambda)\Delta\lambda$$

- Where $s(\lambda)$ is the erythral action spectrum, $E(\lambda)$ is the measured spectral irradiance, and $\Delta\lambda$ is the bandwidth of measurement.
- The “Global UV index” can be used as a standard way of expressing the erythemally weighted solar irradiance.
- A measure of the integrated effective irradiance received is given by the Standard Erythral Dose (SED). *One SED is equal to an effective dose of $100 \text{ J}/\text{m}^2$.*
- *The number of SED required to cause just perceptible erythema ranges from ~ 1.5 to 6 for skin types I to IV.*

16

THE MEASUREMENT OF ULTRAVIOLET RADIATION

Physical UV Detectors

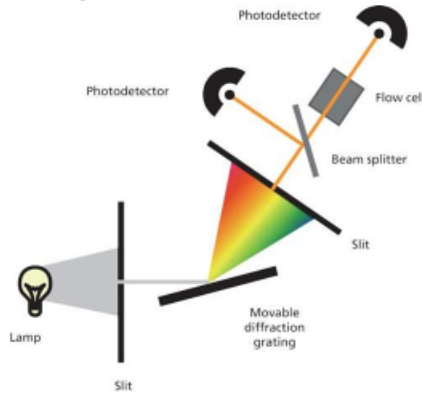


Fig. 6 – Schematic diagram for a variable-wavelength UV detector

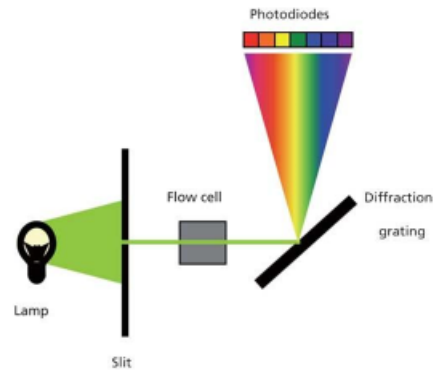


Fig.7 – Schematic diagram for a diode-array UV detector

17

THE MEASUREMENT OF ULTRAVIOLET RADIATION



Fig.8 – A hand-held UV radiometer suitable for routine monitoring of phototherapy equipment.

UV Radiometers

- A radiometer is a complete UV measurement device, consisting of a detector and a meter to amplify and display the detector output. Narrow-band UV radiometers are used to measure the irradiance of a source in the different UV bands.

18

THE MEASUREMENT OF ULTRAVIOLET RADIATION

- Spectroradiometry is concerned with the measurement of the spectrum of a source of optical radiation.
- The three basic requirements of a spectroradiometer system are (1) the input optics, designed to conduct the radiation from the source into (2), the monochromator, which usually incorporates one or two diffraction gratings as the wavelength dispersion elements, and (3) an optical radiation detector, either a photomultiplier tube or a solid-state photodiode.



THERAPY OF SKIN DISEASE WITH ULTRAVIOLET RADIATION

- The principal application of UVR for therapy is to treat a variety of skin diseases. The UVR may be administered on its own (phototherapy) or in conjunction with adjunctive agents applied topically or photoactive drugs taken systemically (photochemotherapy).

ULTRAVIOLET PHOTOTHERAPY

- Psoriasis is a common genetically determined skin disease with a 2% incidence worldwide. It is characterized by disfiguring, often distressing, red scaly plaques that may become confluent.
- Parrish and Jaenicke studied psoriasis response at different UV wavelengths to derive an action spectrum for psoriasis clearance.

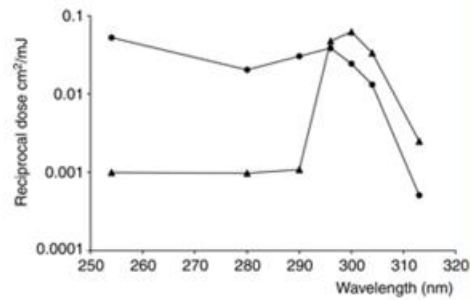


Fig.9 – Psoriasis clearance action spectrum and erythema action spectrum in an individual subject. The triangles indicate the reciprocal of the lowest daily dose to clear psoriasis and the circles are the reciprocal of the minimal erythema dose.

21

PSORALEN PHOTOCHEMOTHERAPY

- This form of treatment, known as PUVA, involves the combination of the photoactive drug psoralen and UVA irradiation to produce a beneficial effect. Psoralen photochemotherapy has been used to treat many skin diseases, although its principal success has been in the management of psoriasis. The psoralen may be applied to the skin either topically or systemically; the latter route is generally preferred.

22

TREATMENT REGIMES FOR UV THERAPY

- For photochemotherapy the degree of variability in erythema in sensitized skin may be greater due to variations in psoralen metabolism. Therefore, before embarking upon a course of irradiation, the minimum dose to cause just perceptible erythema should be determined. For phototherapy, this is termed the MED, whereas for photochemotherapy it is termed the minimal phototoxic dose (MPD). Either MED or MPD measurement is made by exposing the skin to increasing doses of UV using a lamp with the same spectral output as the treatment lamp.

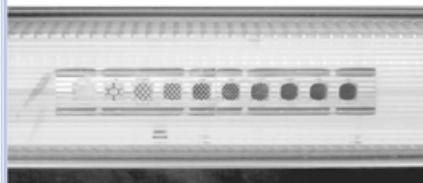


Fig. 10 – An erythmal skin testing device for use prior to phototherapy, consisting of a TL01 fluorescent lamp and a number of apertures covered by metal grid filters



Fig. 11 – Normal erythmal response at 24 h obtained using the device shown in Fig. 10 in a subject with skin type 2. The MED is seen at site 6 or possibly 7.

23

RISKS OF PHOTOTHERAPY

- The major acute risk in phototherapy is that of erythema. In phototherapy, it is the erythmal response in the unaffected skin that limits the treatment dose and frequency. Therefore, it is important to have an understanding of how erythema increases over time and with increasing dose for different therapy sources. Erythema peaks at ~ 8–12 h after exposure for solar simulated radiation, UVC and UVB.

24

EQUIPMENT FOR ULTRAVIOLET THERAPY OF SKIN DISEASES

- Ultraviolet therapy is usually delivered using large cabins housing vertical fluorescent lamps.
- Compact units for treating just the hands and feet or smaller areas are also available.
- All treatment devices usually incorporate timers to terminate treatments and most now have in-built UV meters.



Fig.13 – A small PUVa therapy unit suitable for treatment of the hands and feet



Fig.12 – A common type of whole body phototherapy therapy supplied by Waldmann (Herbert Waldmann GmbH & Co., Villingen-Schwenningen, Germany.) This illustrates the direct method of measuring UV irradiance; after the door is closed lamps are lit and measurements are made in a number of positions.

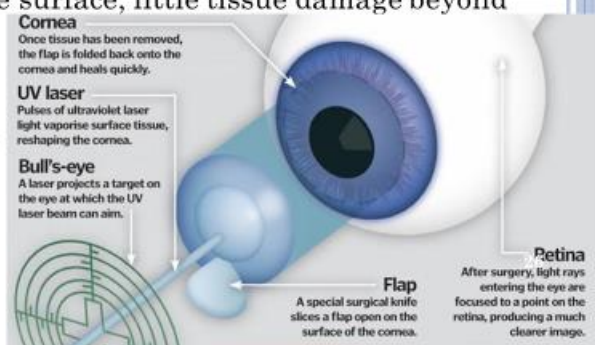
25

OTHER USES OF UV IN MEDICINE

○ Laser Eye Correction

Energy from an ArFl (argon fluoride) excimer laser at 193 nm is very well absorbed by proteins within the cornea. Molecular bonds are broken as the photon energy is greater than the bond strength within these proteins. The process of tissue removal is not like that of a scalpel, or other lasers. Rather, a broad beam is used that removes tissue by a process called “ablative photodecomposition”. Since the laser energy is absorbed very near the surface, little tissue damage beyond this region occurs.

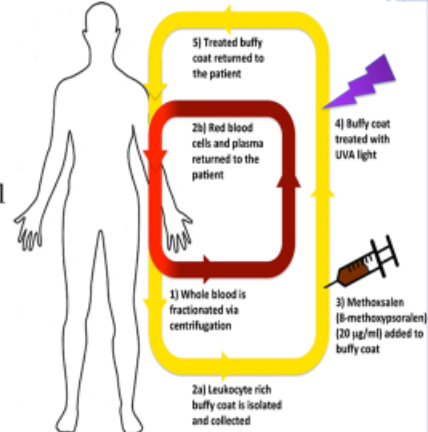
The degree of tissue removal is computer controlled so that the cornea is reshaped to give the appropriate degree of refractive correction for the patient.



OTHER USES OF UV IN MEDICINE

◦ Photopheresis

The technique involves the following process: venous blood is removed from the patient, the white cells are separated and mixed with 8-methoxypsoralen, these cells are then irradiated using UVA lamps and then returned to the patient. A treatment session takes ~ 4 h and this is repeated every few weeks for several months. Currently, the technique is expensive and only used on a relatively small number of patients in a limited number of centers. It has been investigated in a wide range of diseases with varying degrees of success. The most promising results have been in the treatment of cutaneous T-cell lymphoma and graft versus host disease.



OTHER USES OF UV IN MEDICINE

◦ Blue Light Phototherapy

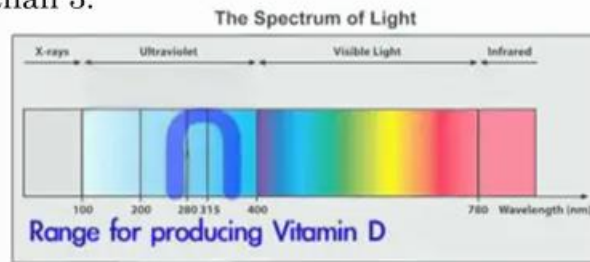
Blue light phototherapy is used in the treatment of neonatal jaundice. The condition is caused by the inability to clear bilirubin. Bilirubin is formed as the body scavenges iron from heme molecules released during the destruction of red blood cells. Irradiation of bilirubin by blue light causes its conversion to forms that are less toxic and more easily removed from the body. As the liver matures it becomes more able to excrete bilirubin so that phototherapy is only required for a short time. There is uncertainty about the optimum spectral output for lamps used in phototherapy, although it is thought that the most effective wavelength is ~ 450 nm.



OTHER USES OF UV IN MEDICINE

◦ Stimulation of Vitamin D Production

Vitamin D is made when UV (more precisely, UVB rays) react with a compound (7-dehydrocholesterol) in the skin. The best rays for UV synthesis have wavelengths between 270–300 nm. These wavelengths are present when the UV index is greater than 3.

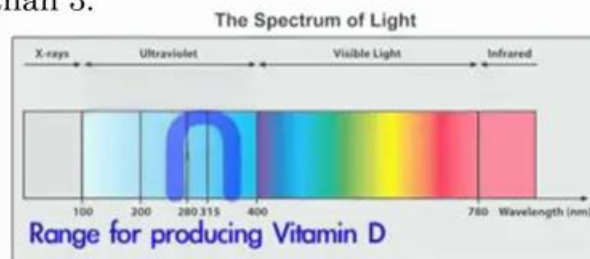


29

OTHER USES OF UV IN MEDICINE

◦ Stimulation of Vitamin D Production

Vitamin D is made when UV (more precisely, UVB rays) react with a compound (7-dehydrocholesterol) in the skin. The best rays for UV synthesis have wavelengths between 270–300 nm. These wavelengths are present when the UV index is greater than 3.



29

ДОДАТОК Д Тест

Тест 1

* Обязательно

1. Адрес электронной почты *

Test 1

2. Enter your first and last name *

3. To achieve a therapeutic effect, magnetic jewelry does not ensure:

Отметьте только один овал.

- ☐ a paralelal placement
☐ a consistent placement
☐ a chaotic placement

4. The effect of HIMT affects at a distance:

Отметьте только один овал.

- ☐ up to 5 cm
☐ up to 10 cm
☐ up to 15 cm

5. Therapy doses the strength of the magnetic field are typically in the range:

Отметьте только один овал.

- ☐ 5 - 50mT
☐ 50 - 500mT
☐ 0.5 - 50mT

6. HIMT consists in the therapeutic effect of a pulsed magnetic field with a:

Отметьте все подходящие варианты.

- ☐ an amplitude on the working surface of the inductor of 1-1,5 μ T
☐ duration of 110-180 ms
☐ duration of 110-180 μ s
☐ a pulse repetition rate of about 0.5 Hz
☐ an amplitude on the working surface of the inductor of 100-150 mT
☐ a pulse repetition rate of about 0.5 kHz

7. $V = n \times a \times dB/dt$; select INCORRECT statements:

Отметьте все подходящие варианты.

- ☐ dB/dt = Signal rise-time (speed of induction)
☐ B = strength of the magnetic field in Gauss
☐ if B goes from zero to 1 Tesla in 1 millisecond then $dB/dt = 1000$ Tesla/sec
☐ a static magnetic field can generate any electrical voltage since the dB/dt component of this equation is zero
☐ a = number of turns of the electromagnetic coil
☐ the speed of change of the electromagnetic field induced in the body is very important to obtain the maximum possible force

8. What magnetic fields characteristics measured in mT/mm?

Отметьте только один овал.

- ☐ intensity
☐ field gradient
☐ duration of use

9. If a person in the area of application of the magnet felt pulsating sensations after 15 minutes, then his sensitivity is:

Отметьте только один овал.

- ☐ high
☐ average
☐ there is no sensitivity to magnetic influence at all

10. Absolute contraindications to magnetotherapy:

Отметьте все подходящие варианты.

- ☐ pathologies of the cardiovascular system
☐ hypertension of the third degree
☐ previously installed endoprosthesis
☐ the presence of acute and chronic pathologies
☐ diseases of the respiratory system
☐ hemophilia

11. Magnetic Field Deficiency Syndrome are characterized by:

Отметьте все подходящие варианты.

- ☐ insomnia
☐ fatigue
☐ disorders of the urinary
☐ diseases of the respiratory system
☐ dizziness/vertigo
☐ vision problems

12. In transcranial magnetic stimulation the strength of the magnetic field at coil surface:

Отметьте только один овал.

- ☐ about 1.5 to 2 tesla
☐ about 2.5 to 3 tesla
☐ about 2 to 5 tesla

13. The strength of the Earth's magnetic field is:

Отметьте только один овал.

☐ 500 mG

☐ 0.05 G

☐ 0.5 mT

14. The effective energy for the cylinder:

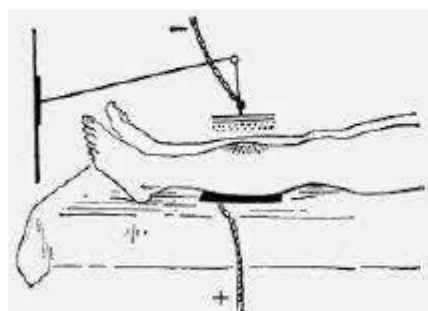
Отметьте все подходящие варианты.

☐ is almost exclusive local

☐ only outside the cylinder

☐ does hardly expand outside its borders

15. What is the procedure shown in the figure?



Отметьте только один овал.

☐ electric shower

☐ inductothermy

☐ franklinization

16. Decimeter waves ($\nu = 460$ MHz, $\lambda = 62.5$ cm) heating depth reaches:

Отметьте только один овал.

- ☐ 3-7 cm
☐ 7-10 cm
☐ 10-15 cm

17. At local darsorvalization the patient is affected by:

Отметьте все подходящие варианты.

- ☐ alternating current with a frequency from 100 kHz to 400 kHz
☐ pulses with a frequency of 60 Hz
☐ direct current with a frequency from 100 kHz to 400 kHz
☐ pulses with a frequency of 50 Hz

18. Choose INCORRECT statements about electrosleep:

Отметьте все подходящие варианты.

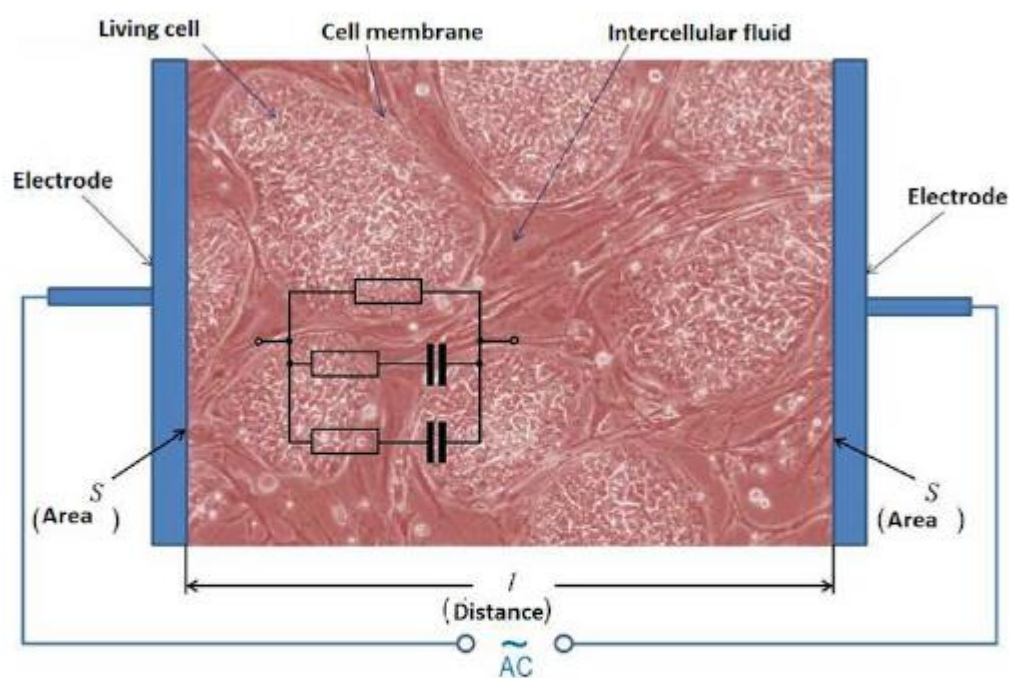
- ☐ using a variable current
☐ a pulse duration is 0.1-1 ms
☐ a pulse repetition frequency is 5-50 Hz
☐ the method of inhibiting the CNS

19. A method of administering drugs through the skin or mucous membranes using direct current is:

Отметьте только один овал.

- ☐ electrophoresis
☐ galvanization
☐ inductothermy

20. The picture shows:



Отметьте только один овал.

- ☐ Equivalent electrical substitution Fricke-Morse scheme of homogeneous biological tissue
- ☐ Equivalent electrical substitution Fricke-Morse scheme of not homogeneous biological tissue
- ☐ The electrical equivalent of biological tissue - Cole's model

21. Formula of Impedance of biological tissue :

Отметьте только один овал.

$$Z = \sqrt{R^2} = R$$

☐ Вариант 1

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

☐ Вариант 2

$$Z = \sqrt{R^2 + X_c^2}$$

☐ Вариант 3

22. Surface capacity of the cell membrane is:

Отметьте только один овал.

☐ $5 \cdot 10^{-2} \text{ F/m}^2$

☐ $15 \cdot 10^{-3} \text{ F/m}^2$

☐ $15 \cdot 10^{-2} \text{ F/m}^2$

☐ $5 \cdot 10^{-3} \text{ F/m}^2$

23. Choose the correct statements:

Отметьте все подходящие варианты.

- ☐ Intercellular fluid and cytoplasm are an electrolyte that conducts an electric current
- ☐ Dead tissue does not possess capacitive properties
- ☐ The intercellular fluid and cytoplasm have not active resistance properties
- ☐ The membrane is a dielectric, therefore it has a capacitive resistance

24. The resting membrane potential of a neuron is about:

Отметьте только один овал.

- ☐ -70 mV
- ☐ 70 mV
- ☐ -55 mV
- ☐ 55 mV

25. To natural therapeutic physical factors belong:

Отметьте все подходящие варианты.

- ☐ Climatotherapy
- ☐ Radiotherapy
- ☐ Mechanotherapy
- ☐ Balneotherapy
- ☐ Magnetic therapy
- ☐ Mud cure

26. Diadynamic therapy belong to:

Отметьте только один овал.

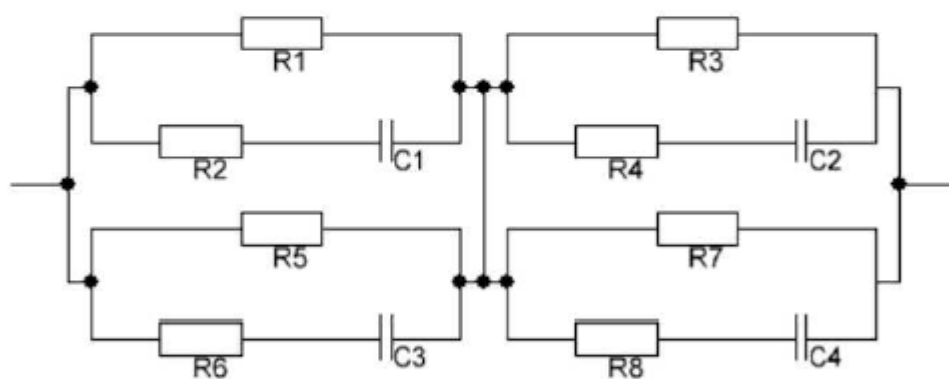
- ☐ Low voltage direct current
- ☐ High voltage electric current
- ☐ Low voltage impulse current

27. Physicochemical (primary) shifts in the body after the application of a physical factor:

Отметьте все подходящие варианты.

- ☐ reflex-segmental reactions occur
- ☐ heat generation
- ☐ the formation of free forms of substances
- ☐ changes in the electrical properties of cells
- ☐ local immunobiological processes
- ☐ changes in the immune status and reactivity of the body

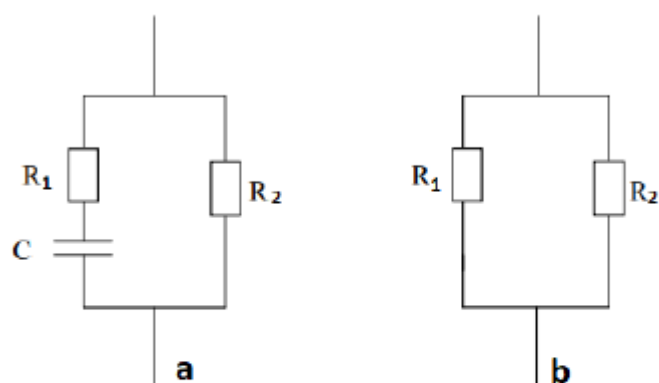
28. Choose the correct statements:



Отметьте все подходящие варианты.

- ☐ It is scheme of NOT HOMOGENEOUS biological tissue
- ☐ It is scheme of HOMOGENEOUS biological tissue
- ☐ Resistors R2,R4,R6,R8 - an analogue of the intercellular environment
- ☐ Resistor R2,R4,R6,R8 - an analogue of the intracellular environment
- ☐ Capacitor C is an analogue of the cell membrane
- ☐ Resistor R1,R3,R5,R7 - an analogue of the intracellular environment
- ☐ Resistor R1,R3,R5,R7 - an analogue of the intercellular environment

29. Choose the correct statements:



Отметьте все подходящие варианты.

- ☐ This is Cole's scheme - the electrical equivalent of biological tissue
- ☐ This is Frike-Morse scheme - the electrical equivalent of biological tissue
- ☐ On picture a – living tissue; on picture b – pathology tissue
- ☐ Capacitor C is an analogue of the cell membrane