

Катедра по физикална медицина и рехабилитација
Медицински факултет, Универзитет Св. Кирил и Методиј,
Скопје

МАГНЕТОТЕРАПИЈА

проф. д-р Ериета Николиќ-Димитрова

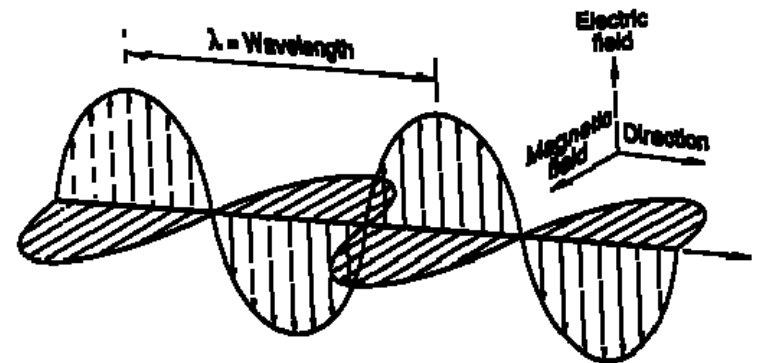
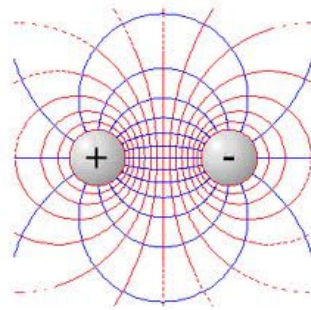
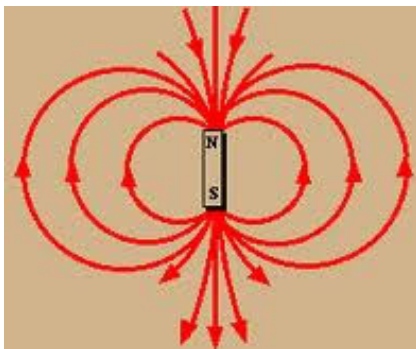


Магнетотерапија

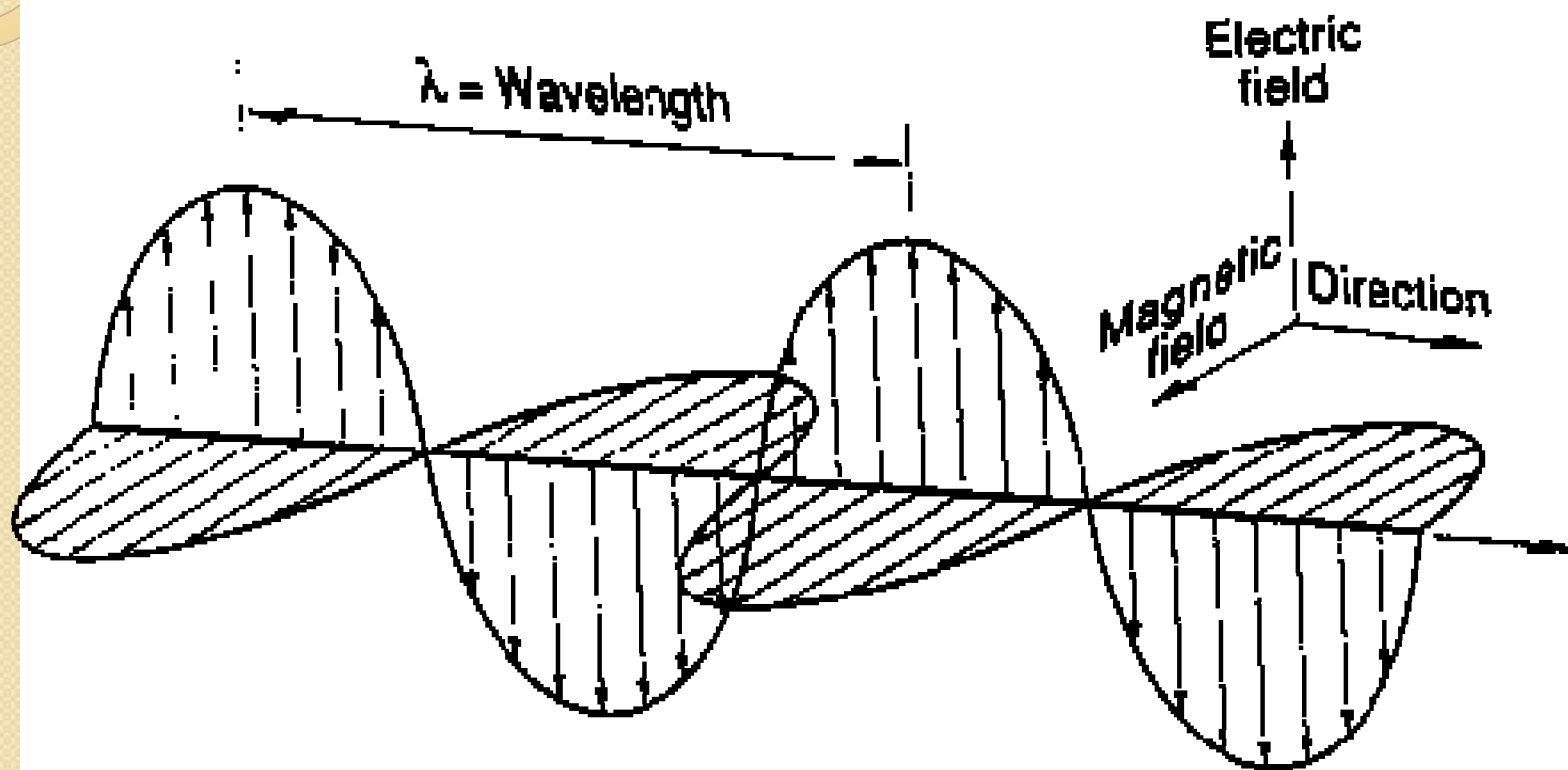
Под магнетотерапија се подразбира примена на различни облици на магнетно поле, кои дејствувајќи на ткивото на пациентот предизвикуваат различни терапевтски ефекти.

Со развојот на науката усовершени се различни облици на магнетно поле со цел преку различни биолошки ефекти да се постигнат саканите терапевтски резултати.

Сепак, во лекување најчесто се применува константно и променливо магнетно поле со ниска фреквенција.



Электромагнетно поле



Магнетното поле на планетата Земја

Човекот се наоѓа во магнетното поле на планетата Земја.

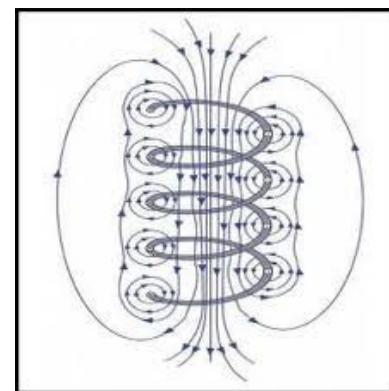
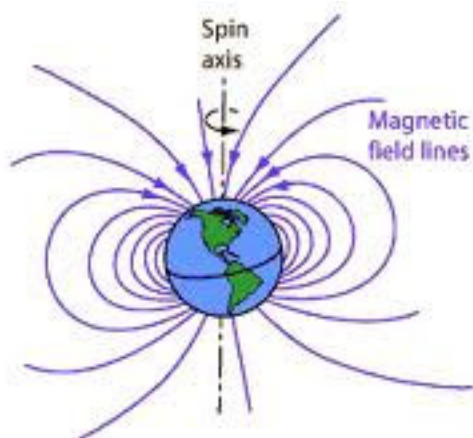
Таа претставува огромен магнет со магнетно поле (геомагнетно) и со силиви линии помеѓу северниот и јужниот пол.

Насоката на силивите линии се одредува со компас.

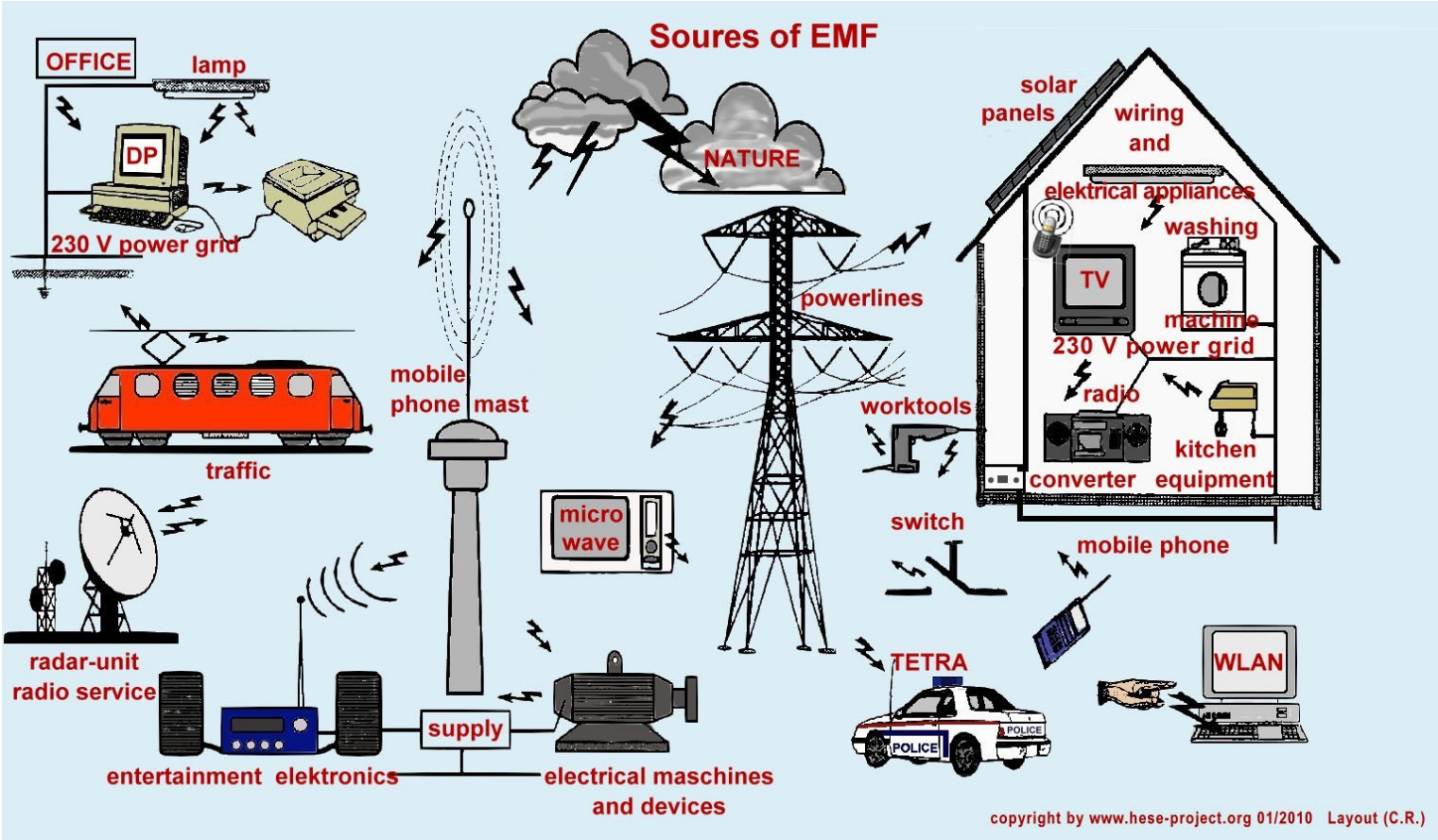
Земјиното магнетно поле во кое живееме е со јачина од 0,05 до 0,1 мТ.

Најјакое е на половите, а слабее од половите кон екваторот.

Овој интензитет се менува со дневен и годишен ритам.



Електромагнетно поле

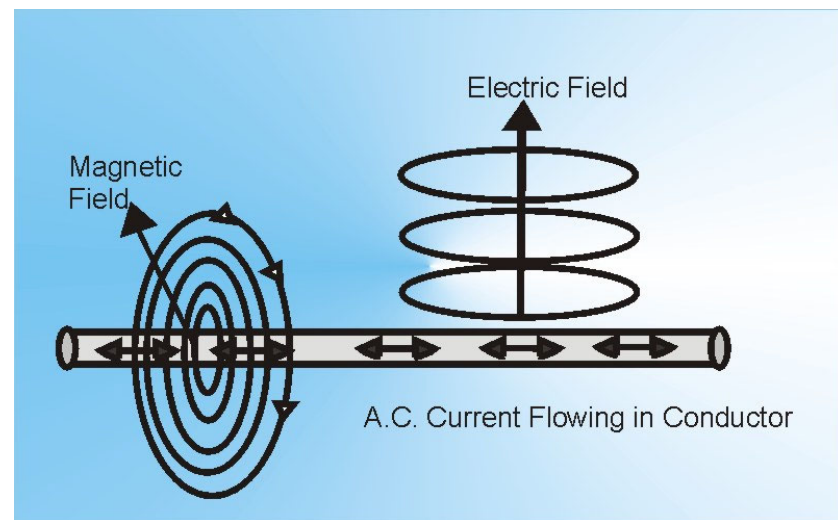
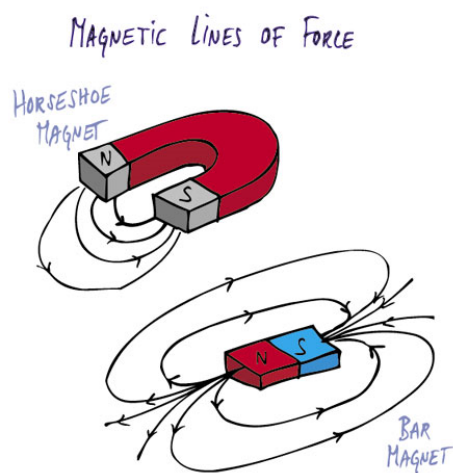


Физички основи

Магнетното поле го создаваат слободни наелектризирани честички кои се движат, како и наелектризирани честички кои се движат во атомите и молекулите за кои се врзани.

Магнетно поле постои околу постојани магнети, но и настанува кога низ спроводник кој е намотан како калем поминува струја.

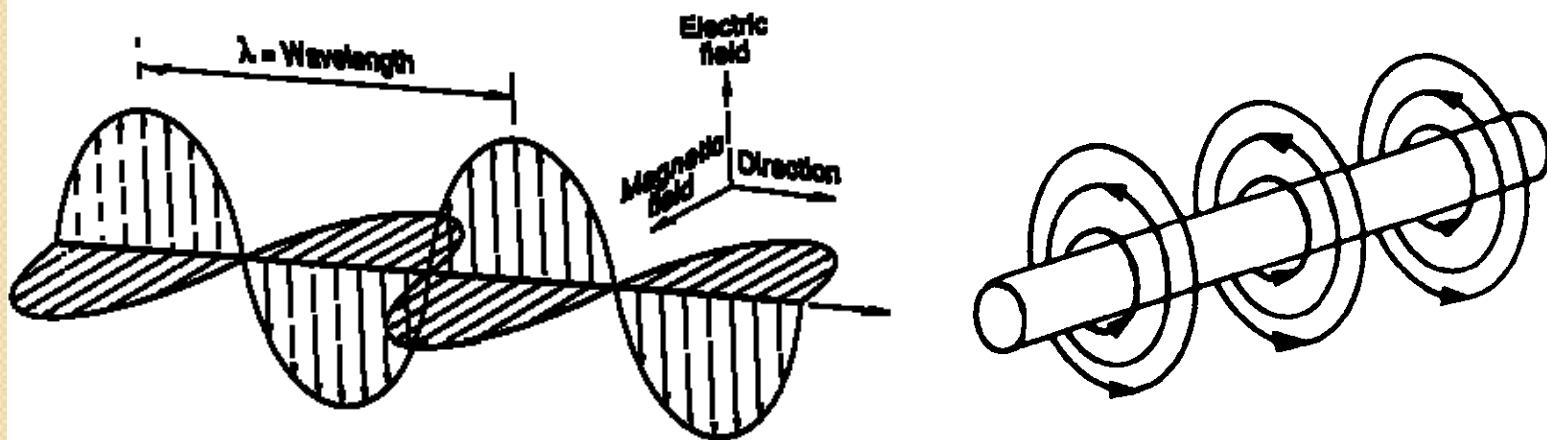
Околу спроводникот се создава кружно магнетно поле, при што внатре во калемот се собираат магнетните полиња.



Електромагнетен бран

Електромагнетниот бран е посебен вид на електромагнетно поле кое се шири во просторот, со кој се пренесува енергијата на електромагнетното поле од една точка на просторот во друга.

Брзината на простирање е еднаква на брзината на светлоста, бидејќи и светлоста е дел од електромагнетниот спектар.



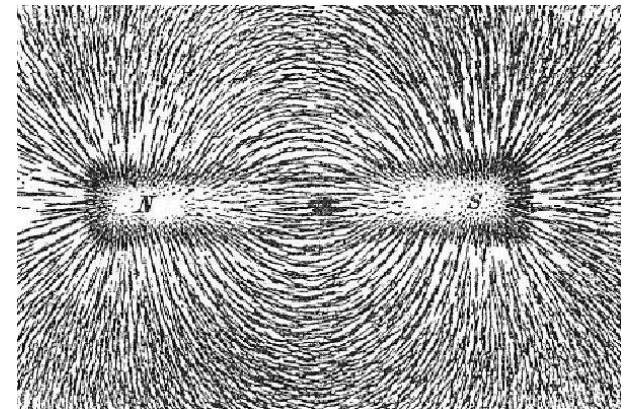
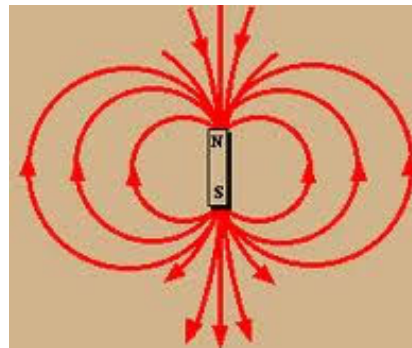
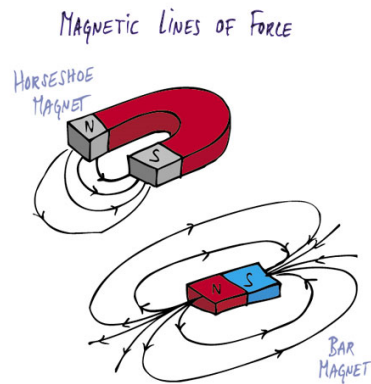
Полови на магнетот

Секој магнет има 2 пола и во нивна близина магнетната сила е најголема.

Дејствувањето на магнетните сили се шири во околината на магнетот.

Просторот во кој дејствува магнетната сила се нарекува магнетно поле.

Графички магнетното поле се прикажува со силиви линии, од едниот до другиот пол на магнетот, образувајќи во затворен кружен простор без да се сечат линиите.



Магнетно поле

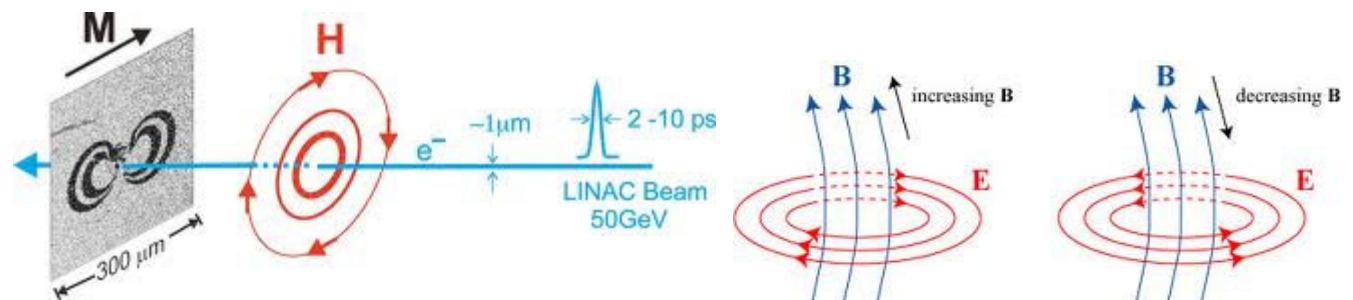
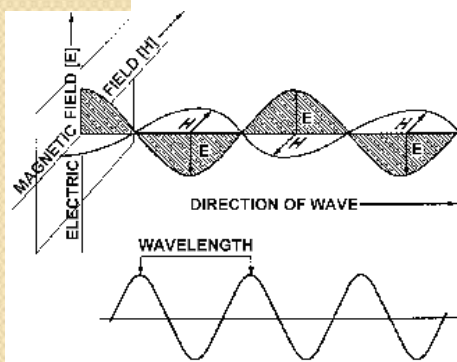
Магнетното поле е вектор, односно во секоја точка од просторот има своја насока.

Магнетното поле (МП) квалитативно го опишуваат три векторки големини:

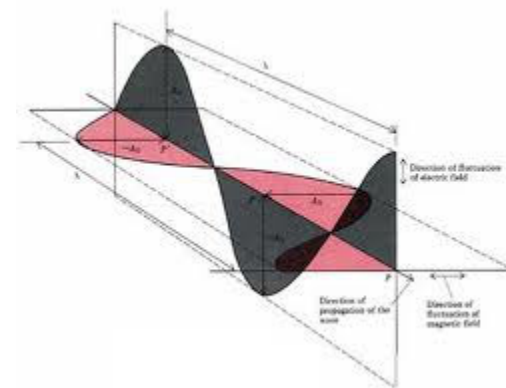
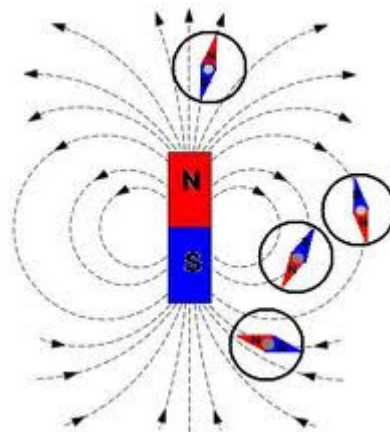
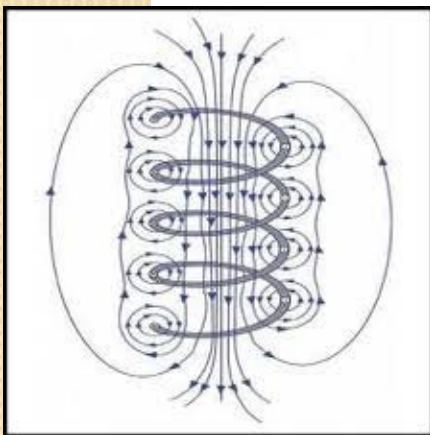
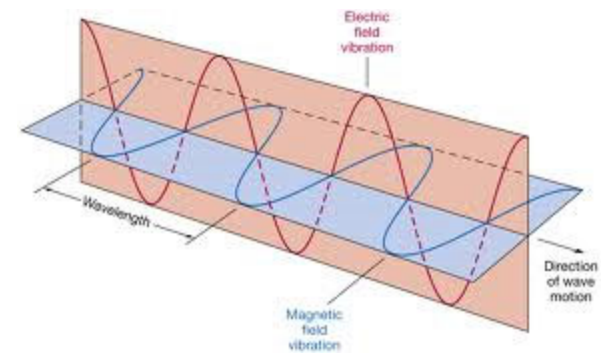
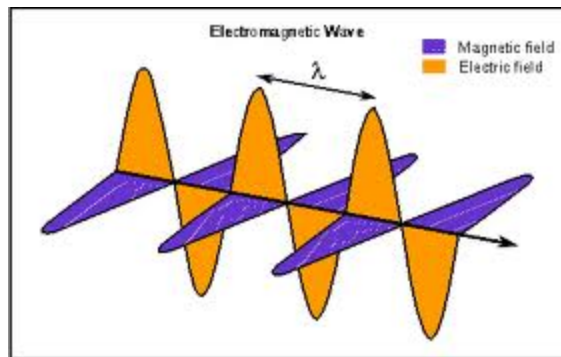
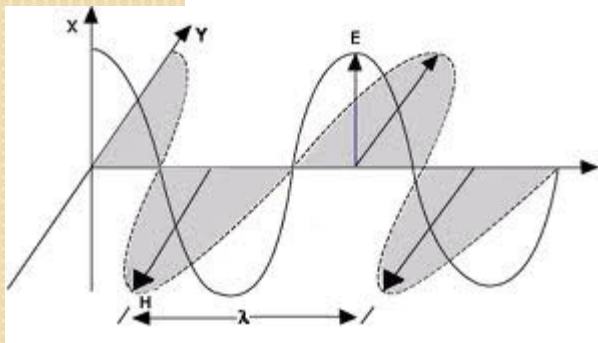
а. јачина на магнетното поле или H изразено како ампер на метар ($H = A/m$)

б. магнетна индукција или густина на магнетно поле B ($B = Vs/m^2 = T$ или тесла). Стара единица е Гаус која изнесува $0,1 mT$. Во магнетотерапија обично се користи помала единица - милитесла (mT).

в. густина на магнетен момент M ($M = A/m$).



Электромагнетно поле



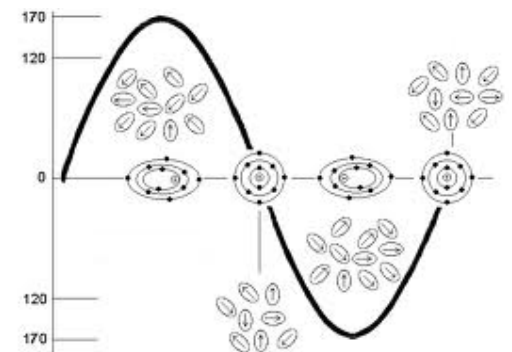
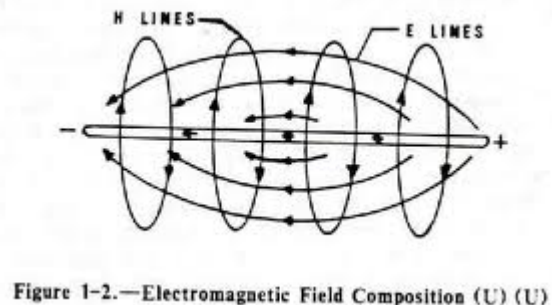
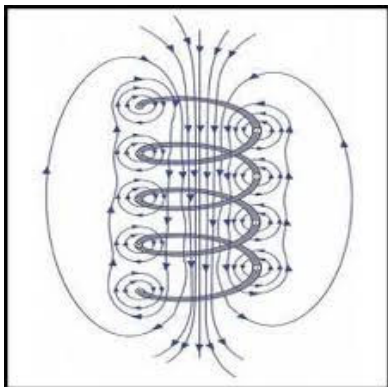
Пермеабилност на маг. силиви линии

Магнетните силиви линии поминуваат низ секоја материја, но различни материји имаат различна пермеабилност.

Така, пермеабилноста на воздухот е 1, односно неутрална, човечкото тело има пермеабилност 1.

Но, постојат и:

- дијамагнетни материји, кои во магнетно поле се однесуваат така што магнетните силиви линии ги опкружуваат, затоа пермеабилноста е помала од 1; и
- парамагнетни материји кои го зголемуваат бројот на силивите линии на магнетот, така што пермеабилноста е поголема од 1.



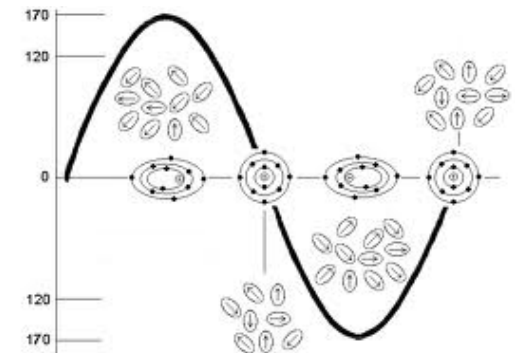
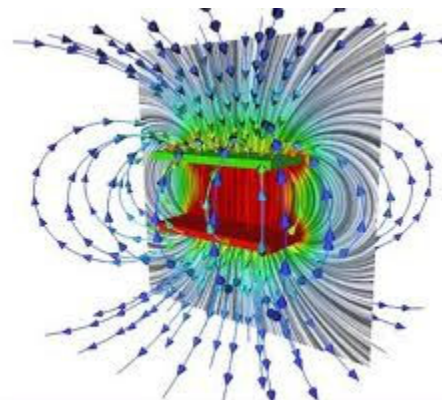
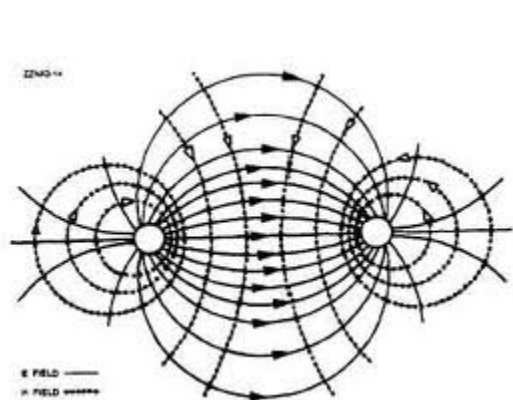
Магнетно поле

Колку е индукцијата на МП поголема, таквото поле може да делува со поголема сила на околните предмети.

МП:

- може да делува само на наелектризирани предмети како што се позитивни и негативни јони и електрони во организмот, а
- не покажува никаво влијание на предмети кои се електрично неутрални.

На сите наелектризирани честички кои се движат низ магнетното поле тоа поле делува со магнетна или Лоренцова сила.



Типови на магнетно поле

Магнетните полиња можат да се поделат врз основа на повеќе критериуми.

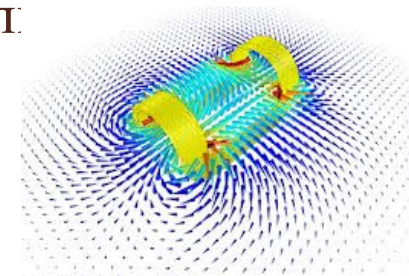
1. Според променливоста на магнетната индукција, магнетните полиња се делат на:

а. константно МП кое се користи за стимулација на акупунктурни или биолошки активни точки користејќи мали постојани магнети,

б. променливо МП кое се генерира во индуктори низ кои протекува електрична струја со променлива јачина.

Променливото магнетно поле се дели на синусоидално, пулсирачко, импулсно и хаотично.

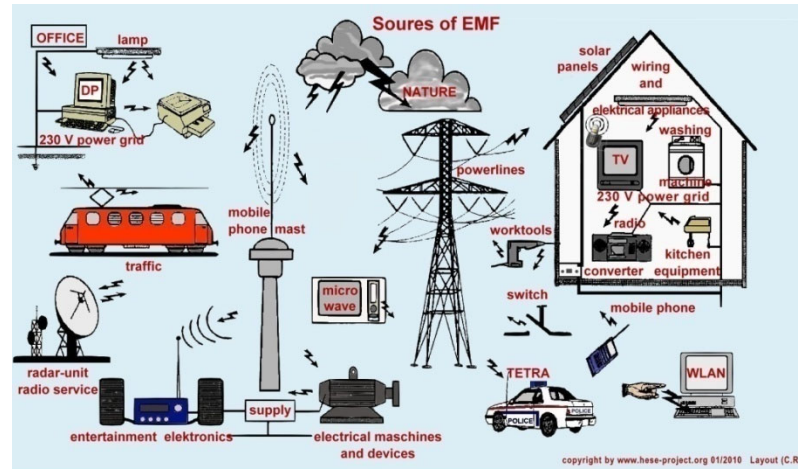
Нивната примена во тераписки цели е значително поголема. Во зависност од употребените параметри МП покажува различни биолошки ефекти и се користи за разл.



2. Според големината на индукцијата која ја произведуваат магнетните полиња се делат на:

а. полиња со индукција од пТ и нТ (пикотесли и нанотесли) кои се присатни во секојдневното опкружување како последица на проток на електрична струја низ инсталации и апарати.

Тие можат да доведат до нарушувања на централниот нервен систем, промени на вегетативниот систем кои доведуваат до нестабилност на пулсот и крвниот притисок, нарушување на сонот и главоболка.

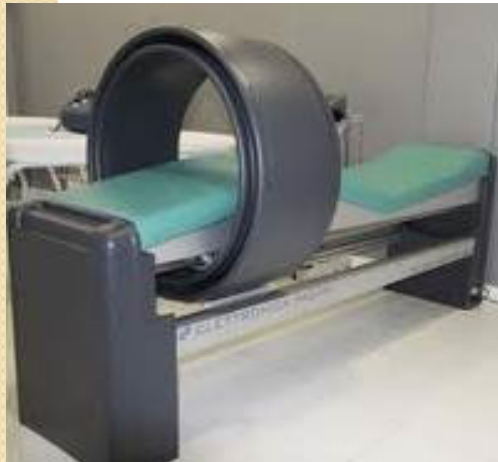


б. полиња со индукција од 100 nT до 1 mT, кои како константно МП се сретнуваат околу постојаните магнети, во непосредна близина на електрични инсталации и во близина на високонапонски водови.



в. полиња со индукција од 1 мТ до 100 мТ кои најмногу се применуваат во тераписки цели.

г. полиња со индукција над 100 мТ кои функционираат како пулсни магнетни стимулатори со високо ниво на магнетна индукција. Поради високата густина на електромагнетното поле тие можат да предизвикаат мускулна контракција, но се користат помали интензитети за да се избегне оваа појава.



3. Според фреквенцијата на магнетното поле, кое подразбира број на циклични промени на полето кои се случуваат во тек на една секунда, а имаат различни биолошки ефекти, се делат на:

а. магнетни полиња со фреквенција до 1000 Hz, кои најчесто се применуваат со цел биостимулативно дејство, а немаат термичко дејство.

Најчесто се со фреквенција од 1-100 Hz.

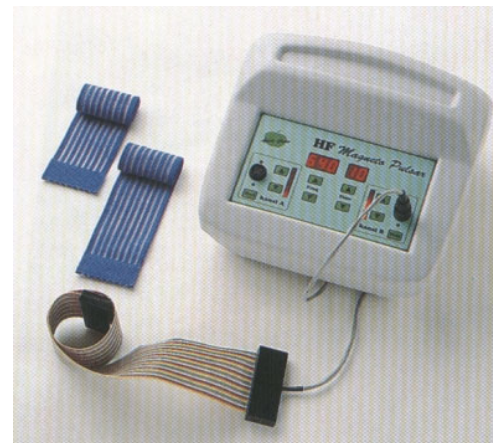
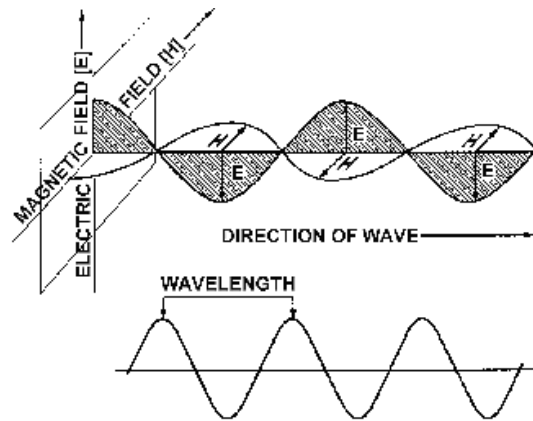
б. магнетни полиња со фреквенција од 1 kHz до 30 kHz, кои имаат атермичко дејство, делуваат на стимулација на некои цитокини како што се интерлеукин 1 и 2, тумор некрозис фактор.



в. магнетни полиња со фреквенција од 30 kHz до 300 kHz.

г. магнетни полиња со фреквенција од 300 kHz до 30 MHz, кои одговараат на средни и кратки електромагнетни бранови. Тие се погодни за дијатермија, а не предизвикуваат деполаризација на клетките.

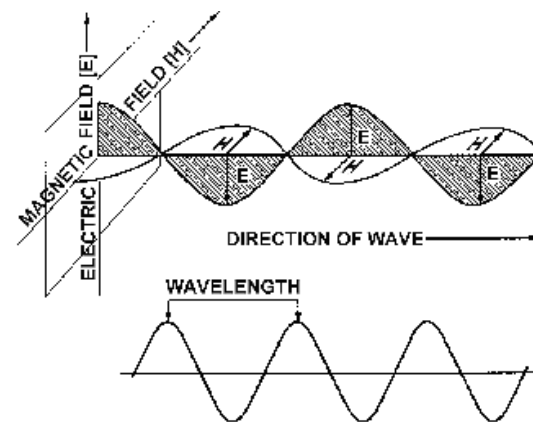
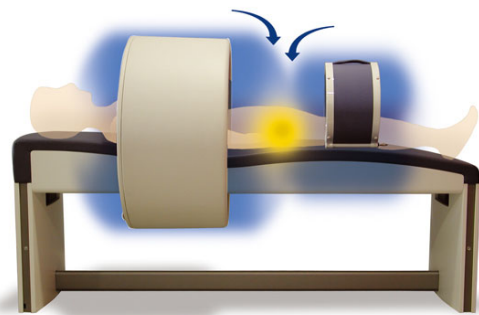
За длабинско загревање на ткивата најчесто се употребува фреквенција од 27.12MHz (краткобранова дијатермија).



4. Според промените во просторот, магнетното поле се дели на:

а. хомогено - со постојана јачина и градиент 0 во тој простор;

б. нехомогено - со различна јачина и градиент, кој не е 0 во тој простор.



Извори на магнетно поле и апаратура

Изворите на магнетно поле можат да бидат природни и вештачки.

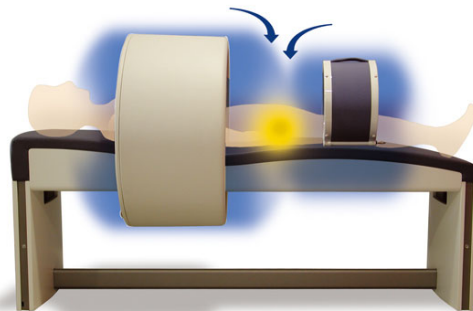
Природен извор е железната руда магнезит (Fe_3O_4).

Вештачки извори се т.н. индуктори (соленоиди или електромагнети).

Во лекување се користат и природни и вештачки магнети.

Во физикалната терапија се применуваат:

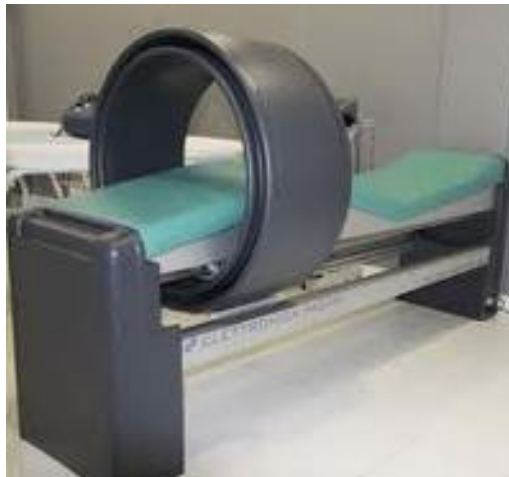
- константно магнетно поле и
- променливо синусоидално магнетно поле со постојан и импулсен режим.



Апарат за магнетотерапија

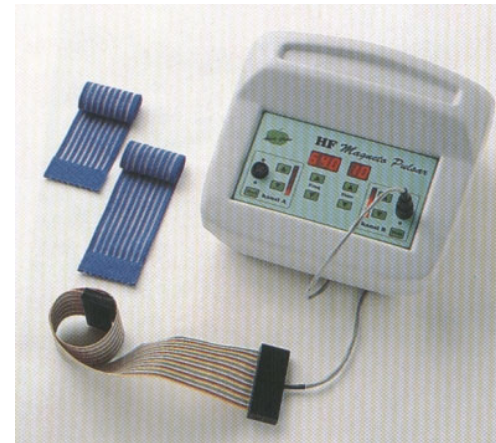
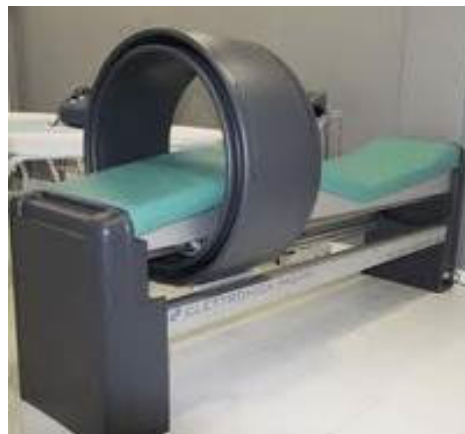
Апарат за магнетотерапија претставува технички уред кој создава претежно магнетно поле во поглед на фреквенција, интензитет, насока и форма на бран.

Се користат индуктори - соленоиди и индуктори - електромагнети најчесто со фреквенција од 1 до 100 Hz. На пазарот постојат различни апарати во однос на концепцијата на изработка и принципот на функционирање.



Апаратните извори се делат на:

1. Извори на нискофреквентно магнетно поле. Техничките карактеристики на изворите со ниска фреквенција овозможуваат фреквенција обично до 50, 100 или 200 Hz.
2. Извори на високофреквентно магнетно поле. Високофреквентното електромагнетно поле користи основна фреквенција од 27,125 MHz.



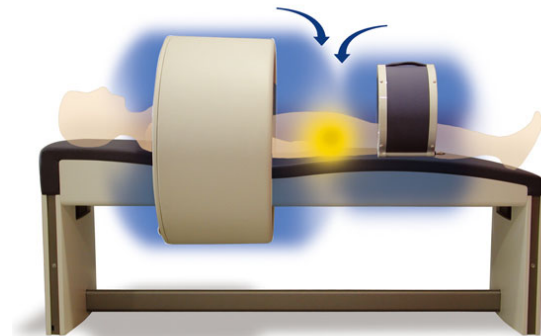
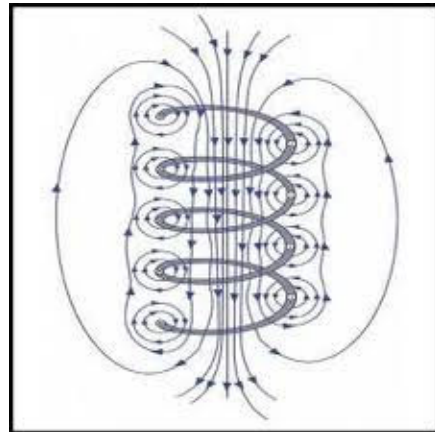
Соленоиди

Постојат различни начини на создавање магнетно поле кое се користи во лекување.

Соленоидите се најдобри за продукција на хомогено поле со ниска фреквенција и низок интензитет.

Тоа е најчесто жица рамномерно намотана околу долг шуплив цилиндар.

При протекување на струјата, во соленоидот настанува хомогено магнетно поле, кое е два пати послабо на краевите отколку во средината.



Парен соленоид

Друг тип на уред е со парен соленоид, односно двете завртки не се намотани околу шуплив цилиндар, туку лежат во иста рамнина и се стават на телото попречно или надолжно една на друга, но така што северниот пол на едната завртка ќе биде свртен кон јужниот пол на другата завртка, при што магнетното поле се засилува.



Импулсно магнетно поле

Во лекување главно се користи импулсно магнетно поле.

Под импулс се подразбира серија на електромагнетни бранови со кратко траење - неколку десетини микросекунди, по кои следува пауза од 1 до 10 мс.

Фреквенција обично е до 50, 100 или 200 Hz

На тој начин, термичката компонента, која е последица на електричниот ефект, е занемарлива, така што магнетотерапијата претставува атермичка процедура.



Импулсно магнетно поле

Апаратите во кои се индуцира претежно магнетно поле работат со ниски фреквенции, од 1 до 50 Hz, најмногу до 100 Hz.

За лекување се употребува магнетно поле со низок и многу низок интензитет, со максимален вектор на магнетна индукција од 10 mT, кога се работи за цилиндричен соленоид, а кога се работи за рамен соленоид, со 20 или повеќе mT за еден соленоид.



Механизам на дејство

Слободната енергија на магнетното поле се апсорбира од страна на ткивата.

Продорноста на електромагнетно поле зависи од фреквенцијата. Пенетрацијата во ткивата изнесува 30 цм. Гипсана имобилизација не претставува пречка за примена на оваа терапија.

Во зависност од големината на магнетното поле, може да се зборува за висок интензитет (над 100 В/м) и за низок интензитет (под 1В/м).



Може да се зборува за директно и индиректно дејство во одредена регија.

- Магнетното поле со висок интензитет може да предизвика термичко и нетермичко дејство, додека
- магнетното поле со низок интензитет предизвикува атермичко дејство.

Најчесто се користи атермичкото дејство врз вегетативниот и централниот нервен систем.



Механизам на дејство

Настануваат функционални промени на нервниот и на кардиоваскуларниот систем.

Опишано е дејство и на клеточниот метаболизам, на крвотворните органи и др.



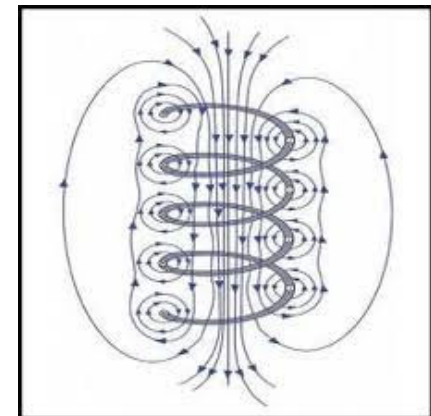
Механизам на дејство

Објаснувањата за биолошкото дејство на магнетното поле е што при продирање во човечкото тело побудува струја, чиј интензитет зависи од фреквенцијата на магнетното поле, од неговиот интензитет на површината на телото и од густината на магнетното поле.

Со продирање на магнетното поле во телото е зафатена секоја клетка.

Постојат бројни хипотези за механизмот на дејството на магнетното поле.

Сепак, најголемиот дел од нив тргнува од тоа дека клеточната мембрана е клучното место на кое дејствува магнетното поле.



Механизам на дејство -Магнетното поле:

- ја менува пермеабилноста на клеточната мембрана и влијае врз рамнотежата на јоните на нејзината внатрешна и надворешна страна;
- ја менува ориентацијата на елементарните диполи и распоредот на јоните на клеточната мембрана и дејствува врз интеракцијата на рецепторите на мембраната и активните супстанции;
- дејствува на процесот на дифузија и активен транспорт низ клеточната мембрана,
- дејствува на процесите кои со помош на специфична врска доведуваат до формирање на комплекс рецептор-трансмиситер, рецептор-хормон и сл.;



Механизам на дејство

-Магнетното поле:

- ја менува дистрибуцијата на јоните од двете страни на клеточната мембрана и дејствува на воспалителниот процес, како и на намалување на отокот;

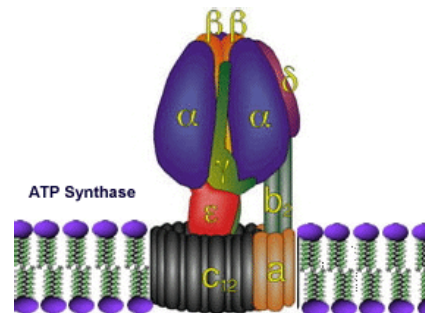
- ја менува интеракцијата на некој протеин со липиден матрикс или некој друг функционален агрегат, при што може да се активираат механизми на регулација, транспорт и ослободување енергија;

- предизвикува вибрации на клеточната мембрана и ги отвора каналите во мембраната, што ја подобрува дифузијата;

Механизам на дејство

Магнетното поле:

- дејствува на јонската пумпа, ја зголемува нејзината активност и снабдување со енергија;
- се зголемува парцијалниот притисок на кислород (pO_2), што е особено важно кај ткива кои се исхрануваат преку дифузија (на пр., и.в. дискус);
- се олеснува дифузијата на кислородот и неговата утилизација во клетките, со што се подобрува енергетскиот биланс на клетките, се зголемува ресинтезата на аденозин-трифосфат;



Механизам на дејство

Магнетното поле:

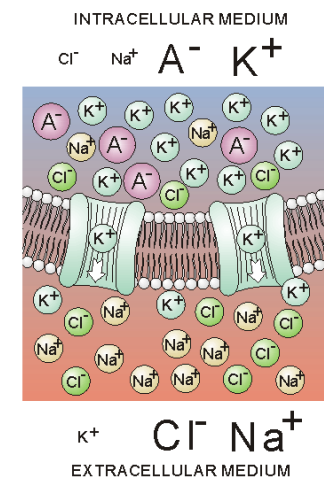
- се активираат ензимските системи и синтезата на ензимите;
- дејствува директно на својството на водата;
- дејствува регулаторно на мембранскиот потенцијал и на тој начин се подобрува енергетскиот биланс на клетките;
- ги активира остеобластите, хондробластите и фибробластите;
- предизвикува дилатација на артериоли и капилари;
- ја намалува вискозноста и коагулабилноста на крвта;
- го подобрува протокот на артериска и венска крв;
- ја подобрува оксигенацијата и метаболизмот во ткивата;



Механизам на дејство

Магнетното поле:

- дејствува аналгетски (со хиперполаризација на клеточната мембрана, зголемена продукција на ендорфин и нормализација на рН вредноста);
- стимулира лачење на кортикостероиди;
- врши забрзување на осмозата и дифузијата;
- врши промени на мембранскиот потенцијал;
- врши промени во ензимските системи;
- врши дејство врз слободните радикали.



Магнетното поле со ниска фреквенција и низок интензитет дејствува:

- антиинфламаторно,
- антиедематозно,
- ја стимулира регенерацијата на ткивата,
- аналгетски,
- вазодилататорно и хиперемизирачки,
- спазмолитично,
- стимулира создавање калус (кај фрактури на коски, псевдоартрози и оперативни остеотомии).

Со оглед на тоа што е атермичка процедура, може да се примени кај остеоартикуларни афекции со имплантати од различен материјал (метал, керамика, силикон).



Дејство на нискофрекфентното МП

Магнетното поле:

- стимулира остеогенеза кај остеопороза,
- ја забрзува регенерација на периферните нерви по секција и неврорафија, ја зголемува ексцитабилноста на моторните нерви,
- стимулира зараснување на рани и улкуси и
- ја подобрува трофиката на ткивата.
- доведува до подобрување на имунитетот на организмот,
- ги стимулира ендокрините функции директно или индиректно преку ЦНС,
- има седативно дејство.



Апарати и методи на примена

Магнетното поле се применува со помош на уреди на кои се одредени интензитетот, фреквенцијата и времето на траење на импулсите.

Најчесто се користи импулсно магнетно поле, при што импулсите се јавуваат со одредена фреквенција.

Постојат уреди кои создаваат нискофреквентно магнетно поле од 1 до 50 Hz, како и високофреквентно магнетно поле, над 100 Hz, но често над 1 па дури до 20 MHz.



Апарати

Уредите генерираат магнетно поле од 0,5 до 10 мТ.
Формата на брановите може да биде различна (синусоидна, полубрановидна, трапезоидни монофазни и бифазни импулси, триаглести и др.).

Апаратите имаат индуктор преку кој се емитираат електромагнетните бранови, а кој може да биде во форма на обрачи (соленоид) со различен дијаметар, простирка или полупростирка за апликација на нискофреквентно електромагнетно поле, или во вид на широк појас кај високофреквентно електромагнетно поле.



Терапиското дејство се постигнува со позиционирање на дел од телото или телото во обрачот или, пак, простирката се поставува над или под дел од телото.

Индукторите се поставуваат:

1. директно (локално) попречно или надолжно,
2. сегментално.

Интензитетот, фреквенцијата и траењето на постапката се одредува според индикациите.

Подрачјето кое се третира не мора да биде посебно подготвено. Може да се аплицира преку облека, преку гипс, завој и сл.

Може да се примени и кај постари лица.



Апликација

Во текот на примената, пациентот не треба да чувствува никакви сензации.

Траењето на примената зависи од фреквенцијата, а обично изнесува 30 минути во една процедура.

Бројот на процедурите може да биде од примена во текот на неколку последователни дена кај свежа траума, до неколку месеци кај псевдоартроза, остеопороза и сл.

Најчесто се применуваат 10-15 сеанси.

Електромагнетните бранови се шират на 50 цм од индукторот на сите страни.



Константно магнетно поле

Константно магнетно поле се постигнува со помош на постојани магнети со различна јачина, големина и форма. Се користат во форма на плочки монтирани на бразлетни, појаси, ѓердани, пернициња и сл.

Тие се со ниска јачина од најмалку 0.1 мТ, но можат да бидат и до неколку мТ.

Имаат рефлекторно дејство и се поставуваат на сензитивни биолошки активни точки на телото или на акупунктурни точки.

Се носат од 1 до 18 часа, во тек на 2-8 недели.



Дозирање

При секоја терапевска индикација треба да се регулираат параметрите на магнетното поле:

- интензитет (во мТ од 0-10),
- фреквенција (од 0 до 50 Hz) и
- време на делување на пулсирачкото магнетно поле.



Дозирање

Критериумите за дозирање се неизедначени, бидејќи апаратите се различни.

Обично се користи поединечна доза до 10 мТ, кога се работи за цилиндричен соленоид, а кога се работи за рамен парен соленоид дозата е повисока и изнесува до 20 и повеќе мТ по еден соленоид.

Една терапевска сесија се состои од 15 до 30 сеанси, кои обично траат 15-30 минути.

За акутни состојби се препорачуваат пониски, а за хронични повисоки фреквенции.



Програмот на апликација е многу широк, така што треба да се раководиме според упатството дадено од производителот на апаратот.

Во принцип,

- кај акутните болни и воспалителни состојби се препорачуваат пониски фреквенции до 10 Hz и јачина до 5 mT, а

- кај хронични воспалителни заболувања, дегенеративни заболувања на локомоторниот апарат, парализи од различно потекло, повреди и рани со фреквенција до 50 Hz и јачина до 10 mT.



Во почетната фаза на тераписката примена може да дојде до пролазно влошување на симптомите.

Реактивната фаза е пролазна (по 1 до 5 третмани) менувајќи се во процес поттикнување на појава на адаптациони реакции и менувајќи се во процес на излекување.

Во иницијалната фаза од третманот пожелно е да биде применет 40% од интензитетот, фреквенцијата и времетраењето од она што се препорачува за соодветната индикација.

Следните третмани треба да достигнат 70%, а крајните во низа терапии треба да се спроведат со максимални вредности.



Индикации и контраиндикации

Индикации за примена на магнетотерапија се:

- заболувања на мускулоскелетен систем: ревматоиден артрит, артрози, периартрити, миотендинити, тендинити, епикондилити;
- посттравматски состојби: фрактури на коски кои бавно зараснуваат, псевдоартроза, коскени графтови; повреди на зглобови, лигаменти, тетиви и мускули; алгодистрофичен синдром, контрактури;



Индикации за примена на магнетотерапија се:

- метаболни нарушувања: остеопороза, дијабет со полиневропатија, уричен артрит и др.
- хируршки состојби: забавено зараснување на рани, постоперативна рехабилитација (оп. на и.в. дискус, на мускули и тетиви), подобрува епителизација и прифаќање на трансплантантот при изгореници, постоперативни инфилтрати, гнојни рани, фистули;



Индикации за примена на магнетотерапија се:

- заболувања на нервен систем: радикулити, радикулопатии, неврити, полиневрити, вибрациона болест, состојба по ЦВИ;
- кожни болести: лузни, келоиди, егземи, невродермити, дерматози, псоријаза, херпес симплекс;
- респираторни болести: бронхијална астма, бронхити, бронхиектазии, плеврити;



Индикации за примена на магнетотерапија се:

- срцево-садови заболувања: артериска хипертензија, стенокардија, ангиоспастични заболувања на екстремитети, интермитентна клаудикација, лимфедем, хемороиди, Рејноов синдром, трофички лезии од артериско и венско потекло (периферни васкуларни заболувања, варикозни улкуси, декубитуси);
- стомачно-цревни болести: гастрити, улкуси на гастер и дуоденум, колити;



Индикации за примена на магнетотерапија се:

- акушерско-гинеколошки заболувања: акутни и хронични воспаленија - аднексити, ендометрити, мастити;
- оториноларинголошки болести: синусити, алергични и вазомоторни ринити, фарингити, тонзилити, ларингити, отити, неврит на слушниот нерв, Мениерова болест;
- психосоматски нарушувања : нарушувања на сонот.



Контраиндикации:

- имплантиран пејсмејкер на срце,
- бременост,
- јувенилен дијабет,
- крварење и склоност кон крварење,
- тромбофлебит,
- дерматомикози,
- хипертиреоза,
- акутни инфекции,
- активна ТБЦ,
- неоплазми,
- системски болести на крвта,
- ентерорагии.

Метални имплантанти не се контраиндикација за примена на магнетотерапија.



Треба да се внимава:

- да не се аплицира врз каротиден синус,
- внимание при нефролитијаза, холелитијаза,
- дијабетична ангиопатија,
- ангина пекторис,
- тромбо-емболиски болести на крвните садови и
- треба да се избегнува радиолошка дијагностика или терапија со ирадијација во текот на примена на електромагнетна терапија, бидејќи доаѓа до намалување на регенеративните процеси.

Магнетотерапија во ветерина



