МАГНИТ НАНОЗАРРАЛАРНИ МЕДИЦИНАДА ҚЎЛЛАШНИНГ ХУСУСИЯТЛАРИ

Ш. У. Абдуллаев
ЎзР Миллий гвардия ҳарбий-техник билим юрти доценти

У. Р. Рустамов
Чирчиқ давлат педагогика институти доценти
rustamov2110@mail.ru

Ш. П. Бегзатова
Чирчиқ давлат педагогика институти ўқитувчиси

АННОТАЦИЯ

Ушбу мақолада магнит нанозарраларни медицинада қўллаш масалалари шарҳланган. Наноўлчамли ҳолатдаги моддадаларда уникал физикавий хоссалар юзага келгани сабабали, уларни амалиётга қўллаш кенг имкониятларга эга ҳисобланади. Ҳозирда нанозарралар қўлланилиши асосида диагностик системалар ва терапиянинг эффектив методлари ишлаб чиқилмоқда. Шунингдек магнит сепарация, магнит гипертермия ва медицинада магнит манзилли етказиш каби қўллаш методлари масалалари қаралади.

Калит сўзлар: нанотехнология, магнит нанозарра, магнетик, магнит майдон, нодир ер металл, ўситма ҳужайра, магнит сепарация, магнит-суюқлик гипертермия.

CHARACTERISTICS OF APPLICATION OF MAGNETIC NANOPARITS IN MEDICINE

Sh. U. Abdullaev
Associate Professor of Military-Technical School of the National Guard of Republic of Uzbekistan

U. R. Rustamov
Associate Professor of Chirchik State Pedagogical Institute
rustamov2110@mail.ru

S. P. Begzatova
Teacher of Chirchik State Pedagogical Institute

ABSTRACT

This article discusses the application of magnetic nanoparticles in medicine. Due to the unique physical properties of substances in the nanoscale state, their application in practice has a wide range of possibilities. Currently, diagnostic systems and effective methods of therapy based on the use of nanoparticles are being developed. Issues of application methods such as magnetic separation, magnetic hyperthermia, and magnetic address transmission in medicine are also discussed.

Keywords: nanotechnology, magnetic nanoparticles, magnetism, magnetic field, rare earth metal, tumor cell, magnetic separation, magnetic-liquid hyperthermia.

КИРИШ

Охирги йилларда нанотехнология(НТ)лар йўналиши билимнинг энг перспектив ва динамик ривожланаётган соҳаси бўлиб қолди. НТ ривожи, билимнинг турли соҳалардан метод ва жараёнларнинг, материаллар интеграцияси, ғоялар ва ихтироларнинг ўзаро кенг бирлашиши, тадқиқотларнинг фанлараро характери билан таъминланади. Наноматериалларнинг медицинада ва фармакологияда қўлланилиши, ушбу соҳаларда эн долзарб муаммоларни ечишга имкон берадиган приоритет йўналиш ҳисобланади. Бундай технологиялар қотиб қолган илмий йўналишларни трансформациялайди ва тадқиқотларнинг янги йўналишларини яратишга имкон беради. НТ ва биотехнологияларнинг илмий ютуқларини бирлаштирган янги йўналиш - нано биотехнологиянинг пайдо бўлишига олиб келди. Нанобиотехнология молекуляр даражада биосистемаларни бошқаришга қодир наноконструкцияларнинг тузилишига олиб келди.

Магнит нанозарра(НЗ)лар биологик объект билан мос тушади ва уларни медицина муаммоларини ҳал этишда қўллаш мумкин. Магнит НЗлар ўлчамлари, уларни ҳужайралардаги жараёнларни қайд қилиш, бу жараёнларнинг кечишига халақит қилмасдан, ҳужайрага кичик зонд сифатида қўллашга имкон беради. Ҳужайраларда кечадиган жараёнларга халақит қилмаган ҳолда назорат қилиш учун, магнит НЗлар ўлчами жуда кичик бўлиши ва улар тегишли биологик молекулалар билан қопланган бўлиши керак. Улар биологик объектлар билан ўзаро таъсирлашиши ёки специфик равишда боғлиқ бўлиши керак. Шундай қилиб, дорилар ва маркировкаларни етказишни бошқариш ва манзилийлик таъминланади.

Нано даражасида физикавий ва биологик жараёнларни тушуниш - медицинада нанотехнологияларни қўллашни ривожлантиришнинг ҳал қилувчи кучи ҳисобланади. НЗнинг медицинада қўллашнинг муҳим хоссаси - НЗ магнетизми ҳисобланади. Магнетизмнинг афзаллиги – масофадан таъсир, жараёнга аралашмасдан уни назорат ва таъсир қилиш ҳисобланади. Магнит НЗлар магнетиклар бўлиб, улар Кулон қонунига буйсунади. Уларни магнит майдон кучланганлигининг ташқи градиенти воситасида бошқариш мумкин. Масалан, магнетикни тегишли биологик объектга етказиш. Шундай қилиб, магнит НЗ капсулалари аниқ етказиш имкони мавжуд. Масалан, рак ҳужайрани ўлдирувчи дори ёки радионуклид атомларини ўситма ҳужайрага етказиш.

Магнит НЗлар биомедицинада самарали қўллаш, инсонда оғир касалликларнинг диагностикаси ва терапияси учун янги имкониятлар очади. Тирик организмлар тўқималардан ташкил топган бўлиб, уларнинг ўлчами ~ 10

мкм тенг бўлади. Шу билан бир вақтда, ҳужайрани ташкил этувчи объектлар янада кичик бўлиб, уларнинг ўлчами ~ 1 мкм тенг бўлади. Медицинада қўллаш учун муҳим жиҳати шу ҳисобланадики, НЗлар бошқариладиган 1÷1000 мкм оралиқда мутаносиб ўлчамга эга бўлади. Бу ўлчамлар ички ҳужайранинг биологик объектлар ўлчамлари билан мос келади. Масалан, ҳужайранинг ички объектлари ўлчами 10 ÷100 мкм, вируслар ўлчами 20÷450 мкм, протеинлар ўлчами 5÷50 мкм ва генлар ўлчами ~ 2 мкм(кўндаланг ўлчам) ва 10 ÷100 мкм(буйлама ўлчам) тенг бўлади. НЗлар ўзининг ўлчамлари(1÷1000 мкм) ва массалари буйича, якка молекула ва тирик ҳужайраларнинг ўлчамлари ва массаларига мос келади.

АДАБИЁТЛАР ТАҲЛИЛИ ВА МЕТОДОЛОГИЯ

Наноматериалларга бўлган фаол қизиқиш, шунданки, модда нано ўлчамли ҳолатга ўтганда, модданинг фундаментал хоссаларида бир қатор ўзгаришлар содир бўлади. И. П. Суздалевга кўра, наноўлчамли объектларнинг физикавий хоссаларини аниқловчи асосий факторларлардан бири, ривожланган сирт ҳисобланади. Бундай сирт, сиртий ҳодисалар устуволигини аниқлаб беради. Ультрадисперс ҳолатдаги материалнинг эркин юзаси, модданинг юқори даражадаги тартибини аниқловчи эркин сиртидан катта бўлади[1]. НЗларнинг юқори даражада ривожланган актив сиртга эга бўлади. Натижада улар юқори даражали собцион сиғимга эга бўлади. Ўзининг >100 нм бўлган ўлчамларига кўра, улар ҳужайра(10-100 мкм), вирус(20-45 нм), белка(5-50 нм), ДНК(2x10нм-2x100 нм) билан мутаносиб ҳисобланади. Schillinger U. ва Brill T. тадқиқодларига кўра, НЗлар биообъектга яқинлашиши, ўзаро таъсирлашиши ва улар билан боғланиши мумкин[2]. Модда наноҳолатга ўтганда, унинг магнит хоссалари ўзгаради, натижада зарралар ферри- ва суперпарамагнит хоссаларга эга бўлади. Суперпарамагнитлар фақат ташқи магнит майдон магнитга айланади, ферримагнетиклар эса доимий ўртача магнит момент ва янада кучли магнит хоссага эга бўлиб қолади[3].

Магнит НЗлар, медицина учун катта қизиқишга эгадир. Чунки уларни тузилиши ва ҳаракатини ташқи магнит майдон воситасида дистанцион бошқариш мумкин. Gu H. ва Xu K. Томонидан магнит НЗларнинг кенг спектри синтезланган: метал(Co,Fe,Ni), темир оксиди, феррит($MgFe_2O_4$, $CoFe_2O_4$, $MnFe_2O_4$, $LiFe_5O_8$, CoPt, FePt, MnAl, $SmCo_5$) асосида синтезланган[4]. Оксид зарралар металл асосидаги НЗларга нисбатан кучсиз магнит хоссаларга эга, лекин улар оксидланишга кўпроқ турғун ҳисобланади. НЗлар синтезининг бир

қатор стратегиялари мавжуд: механик, физикавий(юқори энергетик таъсир), химиявий(синтез ёки бўлиб ташлаш) ва физик-химиявий.

Шунингдек, бактерияларда яратилган ва биоген келиб чиққан НЗлар ҳам фойдаланилади. НЗларни биомедицинада қўллаш учун бир қатор талаблар бажарилиши керак: сувли эритмаларда ва бошқа биомос эритувчиларда турғун коллоид системани ташкил этиши керак. Эритма параметрлари ҳар-бир ҳолатда тадқиқот мақсади билан аниқланадиган интервалларда вариацияларига эга бўлиши керак(туз концентрацияси, pH ва температура). НЗлар учун юқори реакцион фаолликни эътиборга олиб, улар учун, инерт муҳит мавжуд эмаслигини таъкидлаш керак. Эритмада НЗларнинг хоссаларидан бири, уларнинг агрегацияга мойиллигидир. Шунинг учун, Berry C. ва Curtis A. Кўра, НЗ эритмалардан амалиётда фойдаланиш, уларнинг стабилизацияси билан боғлиқдир. Қўлланиладиган қопламаларни органик(сурфактантлар ва полимерлар) ва ноорганик(кремнезем, углерод, нодир металлар) турларга бўлиш мумкин[5].

НАТИЖАЛАР

Шундай қилиб, ҳозирги вақтда НЗларнинг медицинада қўллашда катта ютуқларга эришилган. Магнит НЗларнинг биомедицинада қўллашнинг асосий йўналишлари: диагностика в тадқиқотлар воситаси; манзилли терапевтик таъсир; биологик тўқимани яратиш.

Магнит НЗ терапевтик мақсадларда тоза ҳолда кам қўлланилади. Одатда, улар капсулага киритилади ёки биоинерт матрицага жойлаштирилади. Магнит фазанинг заҳарли таъсирини камайтириш ва унинг физик-химиявий турғунлигини ошириш, капсула ёки дори-воситалари матрицаси сиртида иммобилизация имконияти билан боғлиқдир. Капсуллаштириш одатда, ультрадисперс суперпарамагнит, ферримагнит ва ферромагнит зарраларнинг суспензияларида ўтказилади. Бу суспензиялар стабилловчи реагентни ўз ичига олади ва магнит суюқлик номини олган. Магнит НЗ ҳам НЗ синфига кириб, уларга магнит майдон билан таъсир этиш мумкин. Бундай зарралар одатда магнетикдан иборат бўлади. Масалан, темир, никель, кобальт ва уларнинг химиявий бирикмалари мисол бўлади. Бу НЗга бўлган қизиқиш, уларнинг катализда, биомедицинада, магнит-резонанс спектроскопия ва маълумотни сақлашда қўллаш имконининг мавжудлигидадир. Магнит НЗларнинг физикавий ва химиявий хоссалари уларни олиш усулига ва химиявий структурасига боғлиқдир. Кўп ҳолатда бу зарралар ўлчами 1÷100 нм бўлиб, улар

супермагнетизм ҳолатида бўлади. Магнит НЗ синтези қуйидагиларни ўз ичига олади:

- Чўкма(хона ёки юқори температурада инерт газ атмосферасида тузнинг сувга аралашмасидан темир оксидлари синтези)
- Термик парчаланиш(монодисперс, кичик ўлчамли магнит нанокристаллар, қайноқ органик растворларда органометалл бирикмалар парчаланиши билан синтезланиши мумкин. Бу растворлар стабилловчи сирт-фаол моддани ўз ичига олади.
- Микро - эмульсион техника.

Магнит НЗлар тана томири буйлаб ҳаракатланиш давомида, қон плазмаси белкалари бирикиши оқибатида орқали катталашиб боради. Уларни иммун ҳимоячилари-макровагларни ютади. НЗнинг организмда мавжуд бўлиш вақтини узайтириш учун уларга полимер зарраси боғланади. Яна бир вариант - НЗларга тўқима опухол антижисмини боғлашдир. Бу антижисм касалланган тўқимага йўлни топа олади. Инсон бадани ичида магнит НЗларнинг ҳолати, сиртий ҳодисалар ҳимояси, ўлчам ва магнит хоссалари(магнит момент, қолдиқ магнетизм) билан боғлиқ.

Сиртий ҳодисалар химияси НЗларни ретикулоэндотелиаль система(РЭС) таъсиридан ҳимоя қилишда керак бўлади. Бу система импульс системанинг қисми ҳисобланади ва томирда НЗларнинг мавжудлик вақтини узайтиради. НЗларни нейтрал ва гидрофил компаунд, полисахарид билан қоплаш, циркуляцион вақтни 1 минутдан 1 соатгача узайтиради. Яна бошқа бир имконият - зарра ўлчамини камайтириш ҳисобланади. Шунга қарамай, РЭС таъсиридан тўла қутилиб бўлмайди. НЗнинг организмнинг бошқа зарурат бўлмаган қисмларига тарқалиши токсикологик муаммоларни келтириб чиқариши мумкин.

Магнит НЗларнинг биринчи марта қўлланилиши - магнит сепарация(МС) эффектив бўлиши учун, магнит майдоннинг сезиларли градиент ва зарранинг катта магнит моменти мавжуд бўлиши керак.

Магнит белги воситасида ҳужайра - нишонни тозалаш учун, уни бўлиб ташлаш жараёни, одатда 3 та этапдан иборатдир. 1 - этап, ҳужайрани ўз ичига олган суспензияда магнит белгилар аралаштирилади. 2 - этапда, кераксиз аралашмаларни йўқотиш учун, магнит комплекс бир неча марта ювилади. Бу кўринишда, магнит белгилар билан боғланиб ажратилган ҳужайралар бевосита ишлатилади. Ниҳоят 3 – этапда, ташқи магнит майдон таъсирида, магнит белгили ҳужайралар ажратиб ташланади. Магнит заррачага таъсир этувчи натижавий куч: $F_{\text{м}}$ - магнит кучи, $F_{\text{о}}$-оғирлик кучи ва $F_{\text{А}}$ - организмда НЗга таъсир этувчи Архимед кучидан иборат.

$$F = F_м + F_o - F_A = \frac{\chi B}{\mu_0}\frac{dB}{dz} + \rho_1 g - \rho_2 g \ (1)$$

Бунда ρ_1, ρ_2 - магнит зарра ва қоннинг зичлиги.

Молекуляр ва ҳужайра биологиянинг ривожи, аналитик методларнинг ривожланишини талаб қилади. Охирги йилларда биомолекулаларни қайд қилиш ва биотасвирларни ҳосил қилиш учун, тадқиқотчилар нодир ер(НЕ) металлари ионлари билан легирланган НЗларни қўллаш бошланган. Бу материаллар уникал оптик хоссаларна ва биомосликка эгадир[6]. НЕ металлари аралашган материаллар оптоэлектроника ва светотехникада анча вақтдан буён қўлланилади. Ёруғлик нурловчи НЕ ионлари активатор ҳисобланади матрицаси эса - сенсибилизатордир. Материалнинг спектроскопик хоссалари(абсорбция, нурланиш тўлқин узунлиги, ўтиш эффективлиги), асосан материал таркибидаги НЕ металларининг табиати билан аниқланади.

НЕ металлари НЗлари синтези учун турли ёндашувлар мавжуд бўлсада, лекин коллоид химия методи энг қулай ҳисобланади. Паст температурада синтез етарли кристални ҳосил қилишга имкон бермайди. Синтез шароитига боғлиқ равишда НЗ ўлчами 3-50 нм бўлади. Кўпинча YVO_4, Gd_2O_3(Eu қўшимчали), LaF_3(Ce ва Tb қўшимчали), Y_2O_3, Y_2O_2S, $NaYF_4$, YVO_4 (Yb ва Er қўшимчали), $MgSiO_3$ (Eu, Dy ва Mn қўшимчали) ва бошқалари кўпроқ ўрганилади. Шунга қарамай, гидро - ва сольвотермал синтези ва бошқа методлар воситасида бу қаторни кенгайтириш мумкин. НЗлар мутлақо ноодатий хоссаларга эга бўлишади. Магнетик ҳисобланмаган олтин НЗ магнетик хоссага эга бўлиб қолади. Стонер критерийси:

$$N\gamma = 1 \ (2)$$

фақат кобальт(Co), никель(Ni) ва темир(Fe) учун эмас, кўпгина бошқа моддалар учун ҳам бажарилиши мумкин. Бунда N - электронларнинг концентрацияси, $\gamma -$ ҳолатларниг электрон зичлиги. Массаси 1 мг НЗларнинг умумий сирти юзаси ~ 2000 $м^2$ атрофида бўлади. Нанообъектлар учун $\gamma -$ҳолатларниг электрон зичлиги, электронларнинг ҳажмий зичлигидан сезиларли фарқ қилади. Ўз навбатида, янада кўпроқ наноматериалларда магнетизм хоссаси пайдо бўлиши керак.

НЗларнинг конкурент афзаллиги - неинвазив методларни қўллаш имконияти, ўзаро таъсир, терадиагностик қўллаш имконияти ҳисобланади. Бир қатор магнит материал(темир оксиди)ларнинг хафвсизлиги тадқиқотчилар эътиборини тортади. Магнит НЗларни қўллашнинг биологик имкониятларини ўрганишга бағишланган ишлар кўпчиликни ташкил этади. Бу факт магнит НЗларни медицинада қўллаш потенциалининг катталигини кўрсатади.

МУҲОКАМА

Магнит НЗлар шундай синтезланадики, улар маълум частотали ва амплитудали, ташқи ўзгарувчан магнит майдонни резонанс шаклда сезишлари керак. Шунингдек, улар ташқи электромагнит энергияни самарали ютиб, атрофдаги биологик объектларга иссиқлик каби узатади. Масалан, ташқи электромагнит майдонда қиздирилган НЗлар гипертермия агенти сифатида қўлланилади. Бу агент, ўситмали ҳужайраларга иссиқлик энергиянинг етарли дозасини етказади. Ёки бунақа магнит НЗлар, химия, нур ва лазер терапия самарадорлигини ошириш воситаси ҳисобланишади. Бунда ўситмали тўқимани маълум даражада қиздириш, касалланган соҳанинг самарадор парчаланишига олиб келади.

Магнит гипертермия учун зарралар юқори SAR(specific absorption rate) характеристикага эга бўлиши керак. Бундай зарралар ўзгарувчан магнит майдонда тезроқ қизиш имконига эгадир. Маълумки, рак ҳужайралари $42 \div 43℃$ температурада парчаланади.

Магнит суюқлик НЗлари томонидан электромагнит энергияни ютиш тезлигини ифодаловчи SAR - характеристикасини тадқиқоти - магнит суюқлик гипертермияси препаратлари паспортизацияси учун муҳим ҳисобланади. Кюри температураси, солиштирма магнитланишнинг туйинган қиймати, заҳарлилик ва бошқа катталиклар билан бир қаторда, SAR – характеристика магнит суюқликнинг медицинада қўллаш имконияти самарадорлигини ифодалайди.

Магнит суюқлик гипертермия(МСГ) учун магнит препарат ишлаб чиқиш керак. Бу препарат - юқори SAR – характеристикали, Кюри температураси $44 \div 45℃$ бўлган, биологик мос парамагнетик НЗли суспензиядир. Ҳозирда магнетит асосида(Fe_2нинг марганец ва рух билан аралашмаси, Fe_3нинг гадолиний) супермагнит зарралар яратилган. Солиштирма магнитланишнинг туйиниш қиймати ва солиштирма магнит қабул қилувчанлик қийматининг озгина ўзгариши ҳисобидан, магнетитнинг Кюри температураси 575℃ дан 70℃ гача пасайтиришга эришилди[7]. Магнетикнинг ўзгарувчан магнит майдонида қайта магнитланиш энергияси:

$$dA = -\mu_0 HdB \ (3)$$

Магнит майдон индукцияси:

$$B = -\mu_0(H + M) \ (4)$$

$$dA = -\mu_0 HdH - \mu_0 HdM \ (5)$$

Цикл ҳолатида: $\mu_0 HdH = 0$ ва $dA = -\mu_0 HdM$

M,H,T - M(H,T) системанинг ҳолат параметрлари. H, M-магнит майдон кучланганлиги ва моменти. T-температура. Температура ва магнит майдон кучланганлигининг ўзгариш шароитида:

$$\delta A = -\mu_0 H\left[\left(\frac{\delta M}{\delta H}\right)_T dH + \left(\frac{\delta M}{\delta T}\right)_H dT\right] (6)$$

$$\delta Q = c(H,T)dT + g(H,T)dH (7)$$

$$\delta U = \delta Q - \delta A = \left[c + \mu_0 H\left(\frac{\delta M}{\delta T}\right)_T\right]dT + \left[g + \mu_0 H\left(\frac{\delta M}{\delta H}\right)_T\right]dH$$

δU-U(H,T) функциянинг тўла дифференциали. U-потенциал энергия.

$$\delta A = \left(\frac{\delta U}{\delta H}\right)_T dH + \left(\frac{\delta U}{\delta T}\right)_H dT$$

$$\left(\frac{\delta U}{\delta T}\right)_H = c + \mu_0 H\left(\frac{\delta M}{\delta T}\right)_H$$

$$\left(\frac{\delta U}{\delta H}\right)_T = \mu_0 T\left(\frac{\delta M}{\delta T}\right)_H + \mu_0 H\left(\frac{\delta M}{\delta H}\right)_T (8)$$

Берилган тенгламалардан келиб чиқадики, магнит майдони ўзгариши, НЗнинг қизишига - онкологияда қўлланиладиган локал магнит гипертермияга олиб келади. НЗлар ўлчамларининг камайиши, гистерезис сиртмоғисиз суперпарамагнит системаларнинг устувор бўлишига олиб келади. Масалан, суперпарамагнит SPIO мисол бўлади. Терапевт мақсадларда ишлатиладиган магнит НЗлар ферромагнит, ферримагнит ва суперпарамагнит материаллардан иборат бўлиши мумкин. Уларнинг асосий афзаллиги - ташқи магнит майдон воситасида, организмда уларнинг ҳаракатини контактсиз бошқариш имконидир. Медицинада энг тарқалгани, шпинел(магнетит, маггемит) структурали темир - оксид асосидаги НЗлардир.

Гипертермия - ракни даволашда перспектив ёндашиш ҳисобланади. Қизитишнинг турли методлари(масалан, иссиқ сувдан фойдаланиш, сиғимли ва индукцион гипертермия)идан фодаланиш аллақачон маълум бўлган ва фойдаланиб келинган. Долзарб муаммо: ўситманинг фақат локал соҳасини қиздириб, атрофдаги соғлом тўқималарга зарар етказмаслик ҳисобланади. Бир қатор тадқиқотчилар “ички ҳужайра” гипертермиясини таклиф этилган. МСГ мия ўситмасини даволаш учун қўлланилган. МСГ қуйидагиларни ўз ичига олади:

- Ферромагнит ёки суперпарамагнит зарраларни зситма тўқимага киритиш.

- Кейин ўзгарувчан ташқи магнит майдонда НЗлар иссиқлик ишлаб чиқаради.

Берлиндаги 2 та клиника медиклари, ракка қрши терапиянинг янги методини синовдан ўтказдилар. Бунда рак ҳужайралари темир зарралар ва

иссиқлик воситасида бузилади. Бу метод магнит - суюқлик гипертермия номини олди. Бу метод авваламбор, бош миянинг ўситмасининг энг оғир формаси - глиобластоманинг терапиясига мўлжалланган.

Бу метод шундан иборатки, ўситмали тўқимага, микроскопик зарраларни ўз ичига олган суюқлик ютилади. Кейин ўситма ташқи магнит майдон таъсирида қуйилади. Натижада темир НЗлар 45 ℃ гача қиздирилади. Бундай қиздириш ўситмали тўқимани бузади ва бир вақтда кейинги нур терапия эффективлигини оширади. Лекин бу даволаш усули, рак касалликнинг бошланғиқ стадияларида эффектив бўлмоқда. Темир НЗлари, юқори сезгир электрон – навигацион системалар воситасида ўситмага боради. Бу глиобластомани даволашни ўтказиш имконини беради. Глиобластома миянинг тўқималарига чуқур киради ёки ҳаракат-товуш учун жавоб берадиган мия соҳалари билан ёнма-ён жойлашади.

МСБ методи 20 йилдан буён ривожланмоқда ва тажрибадан муваффақиятли ўтган. Магнит гипертермияда давом этадиган тадқиқотлар, баъзи ўзига хос магнит зарраларни ҳосил қилиши ва фойдаланишга асосланган. Бу магнит зарралар ўз температурасини бошқариш хусусиятига эга бўлиб, бу температурада улар ташқи магнит майдонда қиздиришга эришилади. Гипертермия учун идеал температура 43-45 ℃ тенг бўлиб, бу диапазонда магнит НЗларнинг Кюри температураси берилган[8].

Нодир ер металлари НЗларининг оптик хоссалари(ёруғликни ютиш ва люминесценция) кўп ҳолатларда, НЕ ионларнинг 4f - электронлари энергетик ионлари орасидаги ўтиш билан боғлиқдир[9]. Шунингдек, Gd НЗлар магнит хоссаларга эга ва магнит - резонанс томография(МРТ)нинг контраст агенти сифатида фойдаланиш перспективага эгадир. Ҳозирда МРТда гадолиний хелатлари кенг қўлланилади. Gd_2O_3, $GdPO_4$ каби Нзларни қўллаш ЯМР-сигналларни анча кучайтиради. НЗ сиртига турли қопламаларни суриш мумкин, ҳужайрадаги керакли нишонни таниб оладиган группаларни бириктириши мумкин. Масалан, флуорфор(Gd_2O_3)ни НЗлар сиртига суриш, қўшимча флуоресцент тасвирни олишга имкон беради. Биомос декстран қопламали $GdPO_4$ каби НЗларни ўситмаларни кузатишда фойдаланилади. Бунда НЗлар қонда узоқ вақт қолиб, ўситма соҳасида киришади ва унда ушланиб қолади.

ХУЛОСА

Медицинада қўлланиладиган био-НЗлар, онкологик ва бошқа касалликларни диагностикаси ва терапиясида, жараёнларни реал вақт давомида қайд қилишда ишлатилади. Шунингдек, НЗлар билан боғланган биоматериалларни тананинг турли қисмларига(масалан, ўситмали ҳужайра)

етказади. Бу етказишнинг мақсадли йўналтирилганлиги, физикавий куч(магнетик) орқали ёки антижисм НЗлар сиртига коньюгирования ёрдамида таъминланади. Био НЗ сифатида, ферромагнит суюқликлар, липосомалар, магнит липосомалар ва полимерлар киради. НЗнинг ўлчами, унинг хоссасини сезиларли равишда белгилаб берадиган критик параметр ҳисобланади. Ўлчамга боғлиқ равишда, НЗнинг хоссалари ҳам ўзгариши мумкин. Масалан, магнит, заҳарлилик, адсорбцион ва бошқа хоссалари. Таъкидлаш керакки, НЗлар ўлчамлари, магнит НЗнинг хоссасини белгилайдиган ягона параметр ҳисобланмайди.

Ҳозирда шундай парадокс кузатилади: минглаб тадқиқотчилар янги магнит НЗларни синтезлашади, уларни ўрганишади, янги сиртий актив модда яратишади. Лекин глиомани комплекс доволашда магнит НЗларни қўллаш унчалик тарқалмаган. Диагностикада темир оксиди асосида контраст модда қўлланилади. Магнит резонанс томография(МРТ)да 0.5÷7 Тл, индукцияли магнит майдоннинг қўлланилиши, магнит НЗ асосида янги контраст агентларнинг ишлаб чиқишни талаб қилади.

Ҳозирги вақтда нанотехнология физика, химия ва биология соҳасида илмий натижаларни бирлаштирувчи, приоретет тадқиқот йўналиши сифатида қаралади. Бу йўналиш катта потенциалга эга бўлиб, уни амалга ошириш, инсон ҳаётининг ҳамма фаолиятини қамраб олади. Нанобиология соҳасида замонавий тадқиқотларнинг йуналиши, субҳужайра даражасидаги тирик системаларни аниқроқ бошқаришга ёндашувни ишлаб чиқариш ҳисобланади. Ҳозирда турли ксалликлар эффектив терапияси учун юқори сезгир диагностикаси ўтказиш учун имконият очилмоқда. Кўп сонли янги материаллар синтезланмоқда ва уларнинг биотехнологияда қўллаш буйича янги ёндашувлар таклиф қилинмоқда. Бу билан бир қаторда, амалий медицинада қўллаш учун ишлаб чиқилган конструкцияларни мукаммаллаштириш вазифалари бажарилмоқда.

REFERENCES

1. Суздалев И.П. (2005). Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. М.:Комкнига.
2. Schillinger U., Brill T. (2005). Advances in magnetofection-magnetically guided nucleic acid delivery. J.Magn. Magn. Mater 293(2005) 501-508
3. Pankhurst Q. A., Connolly J. (2003). Application of magnetic nanoparticles in biomedicine. J.Phys. D.Appl. Phys 36(2003) 167-181

4. Gu H., Xu K. (2003). Biofunctional magnetic nanoparticles for protein separation and pathogen detection. J. Of the American Chemical Society Chem Commun 1(2003), 941-949
5. Berry C., Curtis A.(2003). Functionalisation of magnetic nanoparticles for application in biomedicine. J.Phys. D.Appl. Phys 36(2003)
6. Bouzigues C(2011). ACS Nano 5, 8488(2011)
7. U.V.Valiev, U.R.Rustamov, B.Yu.Sokolov(2002). Features of Circularly Polarized Luminescence of the Paramagnetic Garnets $Y_3Al_5O_{12}:Tb^{3+}$ and $Y_3Al_5O_{12}:Ho^{3+}$ in Magnetic Field. Phys.Stat.Sol.(b). 1(2002), 98-105.
8. Никофоров В. Н.(2005). Магнитная гипертермия. Известия ВУЗов. Сер. Физика. 9(2007) 60-72
9. U.V.Valiev, J.B.Gruber, B.Zandi, U.R.Rustamov(2005). Magnetooptics of quintet states of Tb^{3+} ion in terbium-yttrium aluminium garnet. Phys.Stat.Sol. (b).- 4(2005), 933-946.