

Tibdə Hədəfli Dərman Çatdırılmasının Tətbiqi

İsmayıl Qafarov¹, Nərmin Ələsgərova²
Azərbaycan Tibb Universiteti, Bakı, Azərbaycan

¹dr.gafarov@hotmail.com , ²narmin_mammadova_95@mail.ru

Xülasə— Biofizika bioloji sistemlərin, hüceyrələrin fiziki xüsusiyyətləri, onların strukturu, həmçinin molekulyar qarşılıqlı əlaqə, bioloji proseslərin mexanizmini öyrənən bir elmdir. Biofizika canlı sistemlərin strukturu, onların funksiyaları və qarşılıqlı əlaqələrin fizikanın prinsip, metodlarını biologiyaya tətbiq edərək öyrənir. Biofizika tibbin bir çox sahəsi ilə sıx əlaqəlidir və müasir tibb elmi bu biliklər olmadan tam mümkün deyil. Diaqnostika, müalicə və biotexnologiyanın inkişafı üçün biofizikanın rolu əvəzsizdir. Biofizika həm həyatın əsas molekullarının (zülallar, DNT, RNT və s.) strukturu və funksiyasının öyrənilməsi, həm də hüceyrə membranları, enzimatik reaksiyalar, enerji ötürülməsi və sinir impulslarının yayılması kimi prosesləri əhatə edir. Biofizikanın əsas istiqamətləri molekulyar biofizika, hüceyrə biofizikası, struktur biofizika, bioenergetika, qamma və radiobiofizika, neurobiofizika, kompüter və nəzəri biofizikadır.

Açar sözlər: biofizika, nanohissəciklər, hədəfli dərman çatdırılması

I. GİRİŞ

Nanotexnologiya təqribən 1-100 nm miqyasında molekul, atom səviyyəsində yeni fiziki, kimyəvi keyfiyyətə malik olan struktur, qurğuların yaradılması, tətbiqini həyata keçirir.

Nanotexnologiyanın biofizikada rolu əvəzsizdir. Nanobiofizika nanomaterial və nanostrukturaların bioloji sistemlərlə qarşılıqlı əlaqəsini araşdırır. Yeni nanomaterialların dizaynı, dərman daşıyıcılarını çatdırılması, bioloji proseslərin simulyasiyası kimi sahələrdə kompüterdə xüsusi proqramlar tətbiq edilir. Bura materialların bioloji uyğunluğu, nanomateriallarının hüceyrə daxilində hərəkəti aiddir.

Nanotexnologiya dərman molekullarını **nanoölçülü daşıyıcı sistemlərə** yükləyərək, onları xüsusi toxumalara və hüceyrələrə hədəfləməyə imkan verir. Bu da dərmanın effektivliyini artırır və yan təsirləri azaldır.

Nanotexnologiyanın dərman çatdırılmasında istifadə nümunələri aşağıdakılardır:

Onkoloji müalicə: Nanodaşıyıcılar şiş hüceyrələrinə hədəflənir, sağlam toxumalara zərər vermir.

Antimikrob preparatlar: Nanoparçacıqda saxlanılan antibiotiklər bakteriyaların müqavimətini azaltmağa kömək edir.

Gen terapiyası: Nanodaşıyıcılar vasitəsilə genetik materialın hüceyrəyə çatdırılması.

II. İŞIN MƏQSƏDİ

İşığın minimum toxuma zərəri ilə maksimum aktivlik yaratdığı nöqtəni müəyyənləşdirmək.

Maksimal aktivlik intervalı işıq və lazer əsaslı terapiyalar üçün tibdə və biotexnologiyada əsasdır. Fotodinamik terapiya (xərçəngin müalicəsi), fotobiomodulyasiya, lazer cərrahiyyəsi və estetik prosedurlar zamanı (qırışların azaldılması, dəri gəncələşdirmə və s.) bu metoddan geniş şəkildə istifadə edirlər. Adətən 650–800 nm arası “terapevtik pəncərə” hesab olunur. [1]

Bu gün üçün tibdə nanotexnologiyaların tətbiqi üçün çoxsaylı yanaşmalar mövcuddur. Kapsul şəklində olan maddənin hüceyrəyə çatdırılması üçün onu oval formada olan struktura daxil edilir. Bu kapsulun üstünlüyü ondadır ki, onun vasitəsilə molekulun hərəkətini, hüceyrə daxilində maddənin parçalanmasını izləmək mümkün olur. Həmçinin kapsul maddənin hüceyrə daxilində uzun müddətli hərəkətini müəyyən zaman kəsiyində görməyə imkan verir. Kapsul xarici təsirləri –ultrabənövşəyi şüaların və maqnit sahəsinin təsiri zamanı araşdırma aparən tədqiqatçı lazımı vaxtda hüceyrənin lazım olan yerində məqsədli yönləndirilmiş şəkildə maddəni parçalayır və o da terapevtik effekt verir [2]

Tibdə nanotexnologiyaların tətbiqi və kapsul formalı dərman daşıyıcıları

Müasir tibdə nanotexnologiyalar xəstəliklərin diaqnostikası və müalicəsində innovativ yanaşmalar təqdim edir. Bu sahədə istifadə olunan ən mühüm texnologiyalardan biri nanoölçülü kapsul formalarında dərman maddələrinin hüceyrəyə çatdırılmasıdır.

Bu üsulda dərman maddəsi oval formalı nano-kapsulun içinə yerləşdirilir. Bu kapsulların bir neçə mühüm üstünlüyü vardır:

Hədəfli daşıma. Kapsullar dərmanı birbaşa xəstə hüceyrəyə çatdıraraq sağlam hüceyrələrin zərər görməsinin qarşısını alır. Bu xüsusiyyət, xüsusilə xərçəng müalicəsində çox önəmlidir.

İzlənəbilənlik. Kapsul hüceyrəyə daxil olduqdan sonra onun hərəkət trayektoriyası, daxiləki dərmanın necə və harada parçalandığı izlənilə bilər. Bu, müalicə prosesinin dəqiq idarə olunmasına imkan yaradır.

Vaxt və məkan baxımından idarəetmə. Kapsulun strukturu elə hazırlanır ki, ultrabənövşəyi şüalar və ya maqnit sahəsi kimi xarici təsirlərlə istənilən vaxtda və

istənilən yerdə aktivləşdirilərək, içindəki maddə sərbəst buraxılır. Bu da məqsədli və lokal terapeutik effekt yaradır.

Uzunmüddətli təsir. Kapsul tədricən və nəzarətli şəkildə parçalandığı üçün dərman maddəsi uzun müddət ərzində hüceyrə daxilində təsir göstərə bilər. Bu, dozaların azaldılmasına və yan təsirlərin minimuma endirilməsinə kömək edir.

Bu texnologiya, xərçəng, neyrodegenerativ xəstəliklər, infeksiyalar və gen terapiyası sahələrində geniş istifadə olunur və gələcəyin fərdiləşdirilmiş tibbi müalicələrinə yol açır.

Nanohissəciklər fotoxrom xüsusiyyətinə malik olduğu üçün xarici təsir altında öz rəngini dəyişir. Fotoxrom nanohissəciklər, işıq təsiri ilə flüoresens və ya optik signal dəyişdirdiklərinə görə, bioloji toxumaların yüksək dəqiqliklə görüntülənməsi üçün istifadə olunur. Onların bu qabiliyyəti qeyri-invaziv görüntülmə texnikalarında (fotoakustik və flüoresens görüntülmə və s.) əhəmiyyətlidir.

III. AĞILLI DƏRMAN ÇATDIRILMASI

Ağıllı Dərman çatdırılması – fotoxromik nanohissəciklər, müəyyən dalğa uzunluğunda işıq təsiri ilə aktivləşərək dərmanı sərbəst buraxa bilər. Bu, nəzarət olunan, hədəfli və zamanla tənzimlənən dərman tətbiqini mümkün edir. Ağıllı dərman çatdırılmasının əsas prinsipləri bunlardır:

Dərman yalnız xəstə toxumaya çatdırılır, sağlam toxumalar qorunur.

Nəzarət edilən sərbəst buraxılma
Dərman müəyyən vaxtda və ya şəraitdə (pH, temperatur, fermentlər, maqnit sahəsi və s.) sərbəst buraxılır.

Biouyğun materiallardan istifadə
Nano- və mikrodəyişicilər (məsələn, liposomlar, dendrimerlər, polimerlər) orqanizmlə uyğunluq göstərir və toksik deyillər. Ağıllı Dərman çatdırılması tətbiq sahələri bunlardır:

Onkologiya: Şiş hüceyrələrinə hədəflənmiş kimyaterapiya.

Neyrologiya: Beyin baryerini keçə bilən sistemlər .

İnfeksiya xəstəlikləri: Antibiotiklərin lokal və effektiv istifadəsi.

Autoimmün xəstəliklər: İltihablı bölgələrə hədəflənmiş dərman çatdırılması.

Xərçəngin müalicəsində, dərman yalnız şiş toxumasına yönəldilir və işıqla aktivləşdirilərək yan təsirlərin qarşısı alınır. Fotoaktivləşən dərman sistemləri, yalnız işıq olduqda dərmanı buraxır.

Biomolekulların və hüceyrə proseslərinin tədqiqində fotoxromik nanohissəciklər biosensor kimi istifadə edilə bilər. Onlar müəyyən molekulların iştirakı ilə işıq signalını dəyişə bilər, bu da tədqiqatçılara hüceyrədaxili prosesləri izləməyə imkan verir.

Antibakterial və antiviral tətbiqlər zamanı bəzi fotoxrom nanohissəciklər, fotodinamik terapiya üçün istifadə olunur:

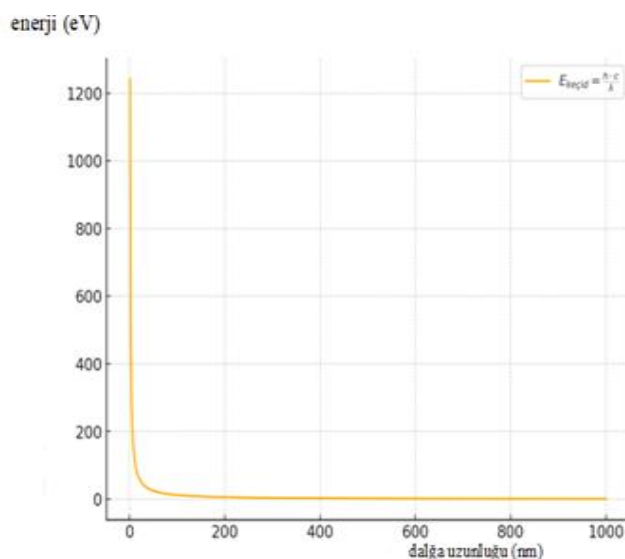
ışıqla aktivləşərək reaktiv oksigen növləri yaradır və bu da bakteriya və ya virusları məhv edir.

Bu metod dərmanlara davamlı bakteriyalara qarşı alternativdir və dəri infeksiyalarında və ya xərçəng toxumalarının məhvində istifadə oluna bilər.

Fotodinamik terapiya üçün enerji hesablamaları zamanı fotodinamik terapiyada nanohissəciklər işıqla aktivləşərək reaktiv oksigen növləri yaradır. Enerji hesablamasının düsturu aşağıdakı kimidir:

$$E_{kecid} = \frac{hc}{\lambda}$$

Bu düstur ilə istifadə olunan işıq dalğa uzunluğu üçün enerji hesablanır (nm → eV çevrilməsi). Enerjinin dalğa uzunluğundan asılılıq qrafiki şəkil 1-də verilmişdir.



Şəkil 1. Enerjinin dalğa uzunluğundan asılılıq qrafiki.

Göründüyü kimi, dalğa uzunluğu (nm) azaldıqca enerji artır, bu da enerji ilə dalğa uzunluğu arasındakı tərs əlaqəyə uyğunlaşır. X oxu nanometrlərdə (nm) dalğa uzunluğunu, y oxu isə elektron voltlarda (eV) müvafiq enerjini göstərir.

Ağıllı Dərman çatdırılmasının daha az yan təsir, dərmanın effektivliyinin artması, dozanın azalması, daha uzunmüddətli təsir kimi üstünlükləri mövcuddur.

Bioloji sistemlərə uyğunlaşa bilən nanohissəciklərin hazırlanması, onların hüceyrəyə daxil olması, hədəfli dərman çatdırılması prosesləri bu gün aktualdır.

Kompüterdə xüsusi proqramların biofizikada hədəfli dərman çatdırılmasında rolu mühümdür. Burada ən vacib məqam dərmanların yalnız zədələnmiş toxuma və hüceyrələrə tətbiqi, sağlam hüceyrələrə təsir etməməsi, yan təsirlərin azaldılması nəzərdə tutulur. [3]

Nanomaterialların analizi və dərman daşıyıcılarının davranışının simulyasiyasında xüsusi kompüter proqramları

geniş şəkildə istifadə olunur. Həmçinin dərman daşıyıcılarının bədən daxilində hərəkət və davranışını simulyasiya etmək üçün xüsusi kompüter proqramlarında alqoritmlərdən istifadə olunur və bu dərman daşıyıcılarının hansı orqanlara və hansı sürətlə çatacağını proqnozlaşdırır.

IV. NƏTİCƏ

Biz hazırda fotoxromik nanohissəciklərin tibdə biosensor kimi istifadə olunması hadisəsini araşdırırıq. Haqqında danıdığımız kapsulları laboratoriya şəraitində almışıq. Bu kapsulların divarından hazırda su molekulları keçir. Bizim məqsədimiz isə gələcəkdə heç bir atom və molekulun keçə bilmədiyi kapsullar almaqdır.

Kompüterdə xüsusi proqramların biofizikada tətbiqi ilə yeniliklərin əldə olunacağına inanırıq. Fotoxromik nanohissəciklərin tibdə biosensor kimi istifadəsi hələ də inkişaf edən bir sahədir, amma onların xüsusiyyətləri və potensialı çox genişdir. Onlar xüsusilə terapiya nəticələrinin qiymətləndirilməsi sahələrində inqilabi dəyişikliklərə səbəb ola bilər. Bu texnologiyanın daha da inkişafı, daha dəqiq və daha effektiv tibbi cihazların yaradılmasına gətirib çıxara bilər.

İSTINADLAR.

- [1] M. Hasan, C. G. Evett, J. T. Burton, (2024). Advances in Nanoparticle-Based Targeted Drug Delivery Systems for Colorectal Cancer Therapy: A Review. arXiv.
- [2] S. Gulati, N. Ansari, Y. Moriya, K. Joshi, D. Prasad, G. Sajwan, S. Shukla, S. Kumar, R. S. Varma, Nanobiopolymers in cancer therapeutics: advancing targeted drug delivery through sustainable and controlled release mechanisms. Journal of Materials Chemistry B, 2024, 12, 11887-11915. <https://doi.org/10.1039/D4TB00599F>
- [3] Becker, A. T., Fekete, S. P., Huang, L., Keldenich, P., Kleist, L., Krupke, D., Rieck, C., & Schmidt, A. (2024). Targeted Drug Delivery: Algorithmic Methods for Collecting a Swarm of Particles with Uniform External Forces. 2020 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), 31 May 2020 - 31 August 2020, Paris, France DOI: 10.1109/ICRA40945.2020.9196551