Machine Translated by Google

Journal des risques chimiques pour la santé

www.jchr.org

JCHR (2023) 13(3), 1389-1396 | ISSN : 2251-6727

Développement et évaluation de la formulation de nanoparticules d'argent : In-Preuves antimicrobiennes in vitro

Nataraja BT1 , Sudhahar Dharmalingam2 , Raj K. Keservani3 , Arvind Kumar Gupta4 , Sowjanya Pulipati5 , Amit Rohit Jaysing Bhor6 , Kumar Singh7 , Sunil Kumar Singh8 , Bhavani Boddeda9*

1Département de microbiologie, Maharani's Science College for Women, Mysuru, Karnataka, Inde

2Professeur et chef du département de chimie et d'analyse pharmaceutiques, Nehru College of Pharmacy, Pampady, Nila Gardens, Thiruvilwamala, Thrissur Dist, Kerala, 680588, Inde 3,4Professeur associé, Faculté de

pharmacie B., CSM Group of Institutions, Prayagraj, Uttar Pradesh, 212111, Inde 5Professeur, Vignan Pharmacy College, Vadlamudi, Guntur, Andhra Pradesh 522213, Inde 6Professeur associé, Pravara Rural College of Pharmacy Loni, Rahata,

Ahmednagar, Maharashtra, 413736, Inde 7Département de pharmacie, United Institute of Pharmacy, Prayagraj (affilié à l'université technique Dr APJ Abdul Kalam, Lucknow), Uttar Pradesh, Inde 8Département de pharmacologie, United Institute of Pharmacy, Prayagraj (affilié à l'Université technique Dr APJ Abdul Kalam, Lucknow), Uttar

Pradesh, Inde 9École des sciences et technologies pharmaceutiques, Université technologique Jawaharlal Nehru de Kakinada (JNTUK), Andhra Pradesh, Inde

*Auteur correspondant : Bhavani Boddeda, École des sciences et technologies pharmaceutiques, Jawaharlal Nehru Université technologique de Kakinada (JNTUK),
Andhra Pradesh, Inde

(Reçu le 4 août 2023) Révisé : 12 septembre (Accepté : 06 octobre)

MOTS CLÉS

Nanoparticule d'argent, potentiel zêta, anti-in vitro microbien, antibactérien, TEM

RÉSUMÉ : Il existe

une discipline en pleine expansion dédiée à la création de nanoparticules non biodégradables destinées à être utilisées en nanomédecine et en nanotechnologie. Le but de cette étude est de créer et de tester l'efficacité de nanoparticules d'argent colloïdal comme agent antibactérien et antifongique. Des techniques standard de réduction chimique ont été utilisées pour préparer les nanoparticules d'argent colloïdal. Les nanoparticules d'argent colloïdal ont été étudiées par microscopie électronique en transmission (MET), potentiel zêta, spectroscopie de photocorrélation et cinétique de libération in vitro. Les particules résultantes étaient sphériques, avec une taille moyenne de particule comprise entre 5 et 50 nm et des potentiels zêta compris entre -10,0 et -30,0 mV ; leur cinétique de libération suivait une cinétique d'ordre zéro avec un coefficient de corrélation de 0,96 ou plus. D'après les résultats des tests de dissolution, la libération des nanoparticules d'argent est proportionnelle à leur taille, c'est-à-dire que la libération est plus élevée pour les particules plus petites. Ces résultats soulignent la stabilité des nanoparticules d'argent dans les formulations pharmaceutiques et leur potentiel d'acheminement rapide vers le site de l'infection. Un large éventail d'espèces bactériennes ont été tuées par les nanoparticules d'argent colloïdal. Des bactéries telles qu'Escherichia coli, Salmonella et Pseudomonas aeruginosa ont été au cœur de la recherche. Les propriétés antifongiques d'Aspergillus et de Penicillium ont également été étudiées. La cytotoxicité des nanoparticules a été étudiée sur des fibroblastes humains. Les résultats ont indiqué que la cytotoxicité dépend de la concentration. À la lumière de ces résultats, les nanoparticules d'argent pourraient mériter d'être étudiées plus en détail en tant qu'agent antibactérien et antifongique potentiel qui éviterait les inconvénients des antibiotiques conventionnels tout en étant efficace.

Machine Translated by Google

Journal des risques chimiques pour la santé

www.jchr.org

JCHR (2023) 13(3), 1389-1396 | ISSN : 2251-6727

INTRODUCTION

La production de nanoparticules composées de métaux nobles suscite un intérêt croissant en raison de leurs propriétés uniques et distinctes par rapport à leurs homologues macroscopiques. Les nanoparticules présentent de nombreuses applications avantageuses dans diverses disciplines, notamment la médecine et les biotechnologies [1]. À l'échelle nanométrique, les nanoparticules d'argent présentent des propriétés physicochimiques et une activité biologique uniques, similaires à celles d'autres nanomatériaux. Ces caractéristiques distinctives peuvent être attribuées à leur

taille exceptionnellement petite [2, 3].
Les nanoparticules d'argent possèdent plusieurs caractéristiques distinctives, notamment une surface spécifique considérablement importante, des dimensions minuscules et des capacités de dispersion exceptionnelles. De plus, les solutions d'argent colloïdal suscitent un intérêt croissant en raison de leurs propriétés antibactériennes, qui ont des implications directes dans des domaines tels que la pharmacologie et la médecine vétérinaire, entre autres. L'étude de l'interaction entre les nanoparticules métalliques et les microbes est un domaine d'étude en plein essor [4]. L'activité antibactérienne des nanoparticules d'argent serait médiée par leur absorption et leur accumulation ultérieure dans les cellules bactériennes, entraînant le rétrécissement de la membrane cytoplasmique ou sa dissociation de la paroi cellulaire. Dans un autre scénario, il est plausible que les ions argent puissent potentiellement interagir avec les liaisons S–H présentes dans les protéines, entraînant ainsi leur inactivation ultérieure. La fixation des nanoparticules à l'ADN entraîne la condensation des molécules d'ADN et la perte subséquente de leur capacité de réplication. Ce phénomène est probablement le principal mécanisme par lequel les nanoparticules entravent la réplication bactérienne [5, 6].

Une condition préalable fondamentale à la production de nanoparticules colloïdales est la compréhension de la dynamique sous-jacente qui régit leur stabilité. Les particules peuvent être stabilisées par des moyens électrostatiques ou stériques. La stabilisation stérique est obtenue par l'adsorption de polymères ou de tensioactifs à la surface des particules, empêchant ainsi leur agglomération.

D'autre part, la stabilisation électrostatique est réalisée en recouvrant les particules de molécules chargées, qui établissent des liaisons chimiques avec les particules ou s'y sorbent [7, 8].

On croyait généralement que la poudre d'argent possédait propriétés thérapeutiques susceptibles de favoriser efficacement la cicatrisation des ulcères [9]. Ces dernières années, les composés d'argent sont apparus comme des agents importants dans la lutte contre les infections des plaies, notamment avec l'arrivée des antibiotiques. Ces travaux portent sur

synthèse et caractérisation de nanoparticules d'argent, ainsi que l'étude de leurs propriétés antibactériennes et antifongiques contre quatre souches bactériennes, à savoir Escherichia coli, Staphylococcus coccus, Salmonella et Pseudomonas aeruginosa, ainsi que les espèces de champignons Aspergillus et Penicillium [10, 11].

L'objectif de ce travail est de mener une enquête concise sur les effets cytotoxiques de plusieurs nanoparticules d'argent colloïdal sur une lignée cellulaire de fibroblastes humains par exposition prolongée.

Matériels et méthodes

Les produits chimiques utilisés dans cette étude étaient le nitrate d'argent (AgNO3), le citrate trisodique (Na3C6H5O7), le milieu gélosé Maconci, le Czapek Dox agarisé, la modification de Dulbecco de Eagles Med (DMEM), la glutamine, la pénicilline, la streptomycine et le colorant MTT. Ces produits chimiques ont été obtenus auprès de Sigma Aldrich. Les composés chimiques suivants sont discutés : chlorure d'hydrogène (HCl), acide nitrique (HNO3) et eau déionisée.

Tous les composés ont été utilisés sans aucune purification supplémentaire.

Préparation de nanoparticules d'argent La
fabrication de nanoparticules d'argent implique la réduction d'AgNO3 à l'aide de citrate, suivant le procédé Frens souvent utilisé pour la synthèse de nanoparticules d'or. Le ballon à fond rond à 3 cols a été soumis à un processus de nettoyage avec de l'eau de récupération, suivi d'un rinçage à l'eau déionisée.

Le ballon a ensuite été recouvert d'alumine combustible afin de bloquer la lumière. Des solutions de nitrate d'argent (AgNO3) ont été soumises à des conditions d'ébullition et de reflux sous agitation continue. In situ, plusieurs quantités de solutions de citrate trisodique, allant de 38,8 à 40 mM, ont été introduites. Le phénomène observé impliquait une transition de couleur de la solution, passant d'un état incolore à une teinte jaune doré. Suite à cette modification de couleur, la solution a été soumise à un reflux supplémentaire de 15 minutes. La source de chaleur a ensuite été désactivée et la solution a été agitée.

Machine Translated by Google

Journal des risques chimiques pour la santé

www.jchr.org

JCHR (2023) 13(3), 1389-1396 | ISSN : 2251-6727

jusqu'à ce qu'il atteigne la température ambiante [11, 12].

Caractérisation des nanoparticules d'argent

Analyses granulométriques et potentiel zêta

Mesures

Le diamètre moyen des particules et l'indice de polydispersité ont été déterminés par spectroscopie de corrélation de photons immédiatement après le processus de synthèse, alors que les particules étaient en solution. La cellule en quartz du PCS a été complétée par des nanoparticules d'argent.

L'expérience impliquait l'acquisition de mesures dupliquées à un angle de 90° par rapport à la source de lumière incidente. Le potentiel de surface des nanoparticules d'argent a été déterminé par une mesure du potentiel zêta. Dans chaque cas, une valeur moyenne dérivée de trois mesures distinctes a été obtenue.

documenté [13, 14].

Microscopie électronique à transmission

Les dimensions et la structure de l'argent étaient

étudié à l'aide de la microscopie électronique à transmission.

Le microscope fonctionnait avec une tension d'accélération de 80 kilovolts. Les échantillons d'argent ont été initialement dilués avec de l'eau distillée, puis une partie de la solution diluée a été déposée sur une grille recouverte de carbone. La solution a ensuite été laissée au repos pendant une durée d'un an.

minute, après quoi tout excédent de matière a été éliminé de la grille par buvardage à l'aide d'un papier filtre. Les grilles ont été laissées sécher dans la boîte à grilles pendant deux heures avant l'imagerie [15, 16].

Activité antibactérienne Les

souches Escherichia coli XL-1 blue, Salmonella XL-1, Staphylococcus ATCC 2784 et Pseudomonas aeruginosa ATCC 2484 ont été acquises auprès du département de microbiologie. Les cellules bactériennes ont été cultivées pendant 24 heures sur des plaques d'agar en utilisant du milieu Maconci. Par la suite, les échantillons ont été remis en suspension dans du milieu Maconci jusqu'à ce qu'ils atteignent une densité optique de 0,5 à une longueur d'onde de 595 nm. Les échantillons ont été soumis à de multiples mesures dans des conditions contrôlées à une température de 37 ºC.

Le processus d'agitation a été effectué par intermittence entre les mesures, et la collecte des données a eu lieu à intervalles réguliers de 30 minutes. La survie était

déterminé en évaluant le point de données final sur la courbe de croissance par rapport à une valeur de contrôle [17,18].

Activité antifongique : La

technique de l'antibiogramme a été utilisée pour évaluer la prolifération des cellules fongiques en présence de mycotoxines. Des boîtes de Petri contenant du milieu Czapek Dox agarisé ont été ensemencées en répartissant uniformément le milieu fongique sur des microplaques à 96 puits. Les plaques ont ensuite été incubées à 37 °C pendant 24 heures. Les échantillons cellulaires ont été soumis à différentes doses de nanoparticules d'argent, allant de 10 µM à 140 µM. Les échantillons ont été soumis à de nombreuses mesures, réalisées à 37 °C, avec une agitation constante entre chaque mesure. La collecte des données a eu lieu à 30 minutes.

intervalles. La survie a été déterminée en évaluant le point de données final sur la courbe de croissance par rapport à une valeur de contrôle [19-21].

Dosage MTT et étude cytotoxique

Les cellules fibroblastes humaines HBT68 ont été cultivées dans

Modification de Dulbecco du milieu Eagles supplémenté avec du sérum fœtal bovin et de la glutamine.

Les cellules ont ensuite été soumises à un triple lavage avec une solution PBS, suivi d'une coloration au MTT. L'intensité de la solution a été mesurée en déterminant la viabilité cellulaire relative par rapport au témoin. Une fois le traitement terminé, les cellules ont été introduites sur la plaque et incubées pendant quatre heures dans des conditions de dioxyde de carbone à 5 %.

concentration et une température de 37 °C. L'évaluation de la viabilité cellulaire a été réalisée à l'aide d'un lecteur de microplaques [22-24].

Résultat et discussion

Étude granulométrique.

Les mesures du diamètre moyen des particules et des indices de polydispersité ont été réalisées sur des solutions immédiatement après la synthèse, par spectroscopie de corrélation de photons. Les dimensions des nanoparticules d'argent colloïdal, ainsi que leur distribution granulométrique, ont été documentées et quantifiées en termes de nombre de particules et de volume occupé. Les données présentées dans l'étude indiquent que les particules avaient des tailles allant de 5 à 50 nm.

Machine Translated by Google

Journal des risques chimiques pour la santé

www.jchr.org

JCHR (2023) 13(3), 1389-1396 | ISSN : 2251-6727

Les résultats de l'étude granulométrique ont indiqué l'existence de nanoparticules caractérisées par de faibles indices de polydispersité. La distribution granulométrique observée dans cette étude concorde avec celles rapportées dans des études antérieures sur les nanosystèmes, telles que documentées dans la littérature [25, 26]. L'examen de la diffusion dynamique de la lumière montre que les nanoparticules d'argent présentent une gamme de tailles limitée, avec une valeur z moyenne comprise entre 5 et 50 nm. De plus, il est démontré que les particules ayant une valeur z moyenne équivalente à 20 nm présentent une distribution granulométrique uniforme. Les résultats sont compilés et présentés dans le tableau 1, et illustrés visuellement dans la figure 1.

Tableau 1 : Taille des particules et distribution granulométrique

Sr. No.	Numéro d'échantillon	Taille des particules	PDI
1.	F1	(nm) 10,01	0,014
2.	F2	15.10	0,147
3.	F3	35,47	0,214
4.	F4	55,00	0,019

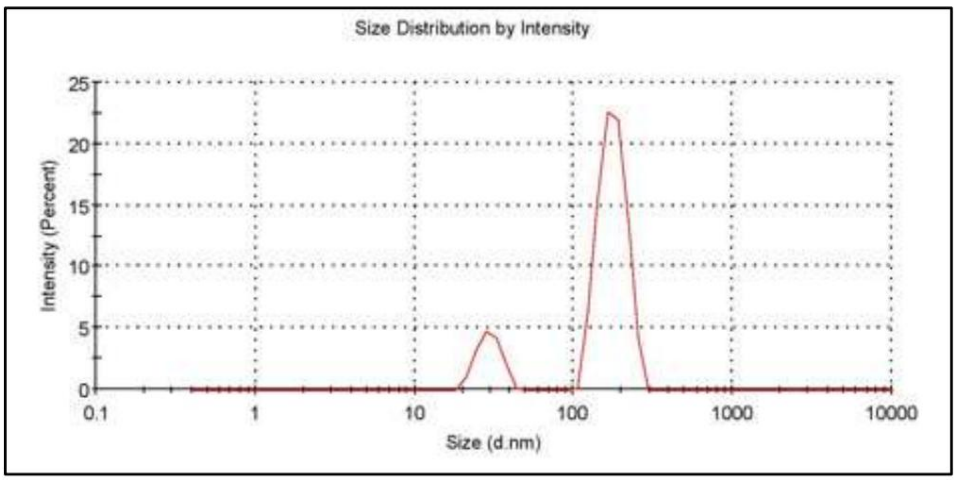

Figure 1 : Taille des particules et distribution granulométrique

Potentiel zêta Le tableau 2 et la figure 2 fournissent un résumé des lectures du potentiel zêta pour tous les lots dans un format de solution. Les nanoparticules acquises ont été soumises à des mesures de la valeur zêta, qui ont révélé une plage de -20,00 à -30,00 mV. Les valeurs observées montrent une stabilisation complète des nanoparticules à différents pH, ce qui pourrait constituer le facteur principal. contribuant à la production de nanoparticules présentant un indice de distribution de taille limité. Les potentiels zêta des nanoparticules d'argent traitées au citrate, ainsi que leurs distributions de taille étroites, démontrent de manière convaincante leur faible propension à l'agrégation. Le comportement observé indique fortement l'existence de charges électriques puissantes à la surface des particules, ce qui freine leur tendance à l'agrégation [27, 28].

Tableau 2 : Potentiel zêta

Sr. No.	pH	Potentiel zêta
1.	6,0	-10,00
2.	7.3	-15.10
3.	8.1	-20,47
4.	9.0	-30,00

Machine Translated by Google

Journal des risques chimiques pour la santé

www.jchr.org

JCHR (2023) 13(3), 1389-1396 | ISSN : 2251-6727

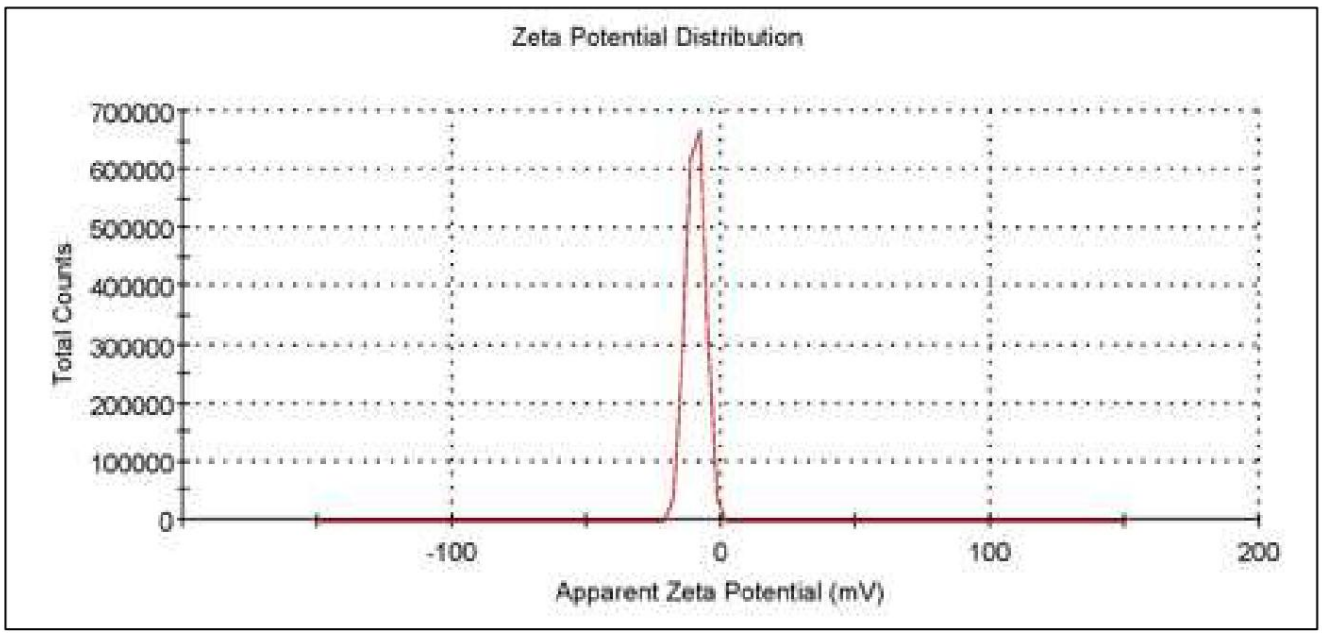

Figure 2 : Potentiel zêta

Cette étude démontre la stabilité des nanoparticules d'argent colloïdal sur un large spectre de pH, sans tendance à l'agrégation ni à la formation d'agrégats auto-assemblés. Cette observation contredit l'hypothèse d'une modification de surface.

Les particules sont obligatoires. Le phénomène de particules chargées interagissant par forces électrostatiques répulsives à des distances significatives est largement reconnu dans la communauté scientifique.

Étude TEM

(figure 3) : les dimensions et les caractéristiques structurelles des S1, S2, S3 et S4 sont présentées. Les échantillons ont été examinés par microscopie électronique à transmission.

La mesure de la forme et du diamètre des particules a été réalisée sur plusieurs champs. Les particules d'argent observées sur l'électromicrographie présentaient une morphologie sphérique et une taille de particule distincte et constante. Leurs dimensions ont été documentées comme suit :

diamètre moyen, comme illustré dans la figure 3. Les nanoparticules d'argent ont une morphologie sphérique distincte, caractérisée par une taille de particule précisément régulée.

De plus, comme prévu, la taille des particules est fortement influencée par les conditions de préparation. Les particules observées présentaient une taille moyenne comprise entre 5 et 50 nm, un résultat qui concorde avec les résultats dérivés des données de distribution granulométrique.

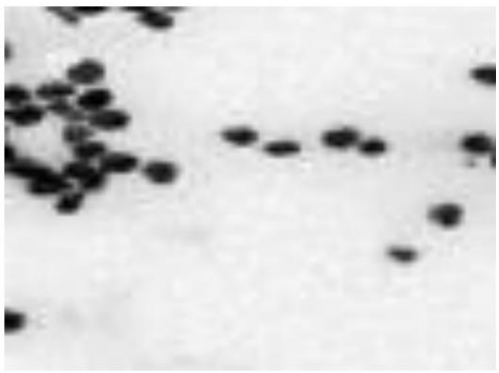

Figure 3. Images TEM de l'argent sphérique

Étude antibactérienne

L'efficacité antimicrobienne de S1 a été évaluée contre quatre souches bactériennes prévalentes, à savoir : Escherichia coli, Salmonella, Pseudomonas aeruginosa et Staphylococcus coccus. Des mesures de densité optique ont été utilisées à l'aide d'un lecteur de microplaques pour évaluer l'impact des nanoparticules d'argent sur la prévention de la croissance bactérienne. Cela a été fait sur différentes concentrations de nanoparticules. Les résultats démontrent la diversité inhérente et variée des propriétés morphologiques, physiologiques et métaboliques de nombreuses espèces bactériennes.

Machine Translated by Google

Journal des risques chimiques pour la santé

www.jchr.org

JCHR (2023) 13(3), 1389-1396 | ISSN : 2251-6727

Étude antifongique

Les effets antifongiques des nanoparticules d'argent colloïdal ont été examinés par des tests expérimentaux. Les mesures de la concentration inhibitrice de croissance ont été obtenues en utilisant des valeurs de concentration fractionnaire.

Les propriétés antifongiques potentielles des solutions d'ions argent peuvent être attribuées à leur capacité à interagir avec les protéines, entraînant ainsi l'inactivation des protéines.
comme leur interaction directe avec l'ADN. Cette interaction

Peut induire des mutations et entraver la réplication de l'ADN. Cette solution est capable de traverser facilement la paroi cellulaire grâce à la taille minuscule de son constituant.

éléments. L'accumulation de substances sur la cellule

la membrane a le potentiel de provoquer la lyse cellulaire.

Cytotoxicité

L'évaluation qualitative de la cytotoxicité cellulaire dans les cellules fibroblastes humaines a été réalisée en utilisant le MTT comme colorant. Dans la figure 4, le comportement cytotoxique observé des nanoparticules d'argent varie en fonction de la concentration des nanoparticules d'argent utilisées et de la durée de la période de traitement. L'évaluation quantitative de la cytotoxicité des nanoparticules d'argent a été réalisée in vitro en utilisant le test MTT. Les cellules fibroblastes humaines ont été exposées à différentes doses de nanoparticules d'argent pour évaluation.

Tableau 3 : Viabilité cellulaire à l'aide du test MTT

Sr. No.	pH	Potentiel zêta
1.	6.0	-10,00
2.	7.3	-15.10
3.	8.1	-35,47
4.	9.0	-25,00

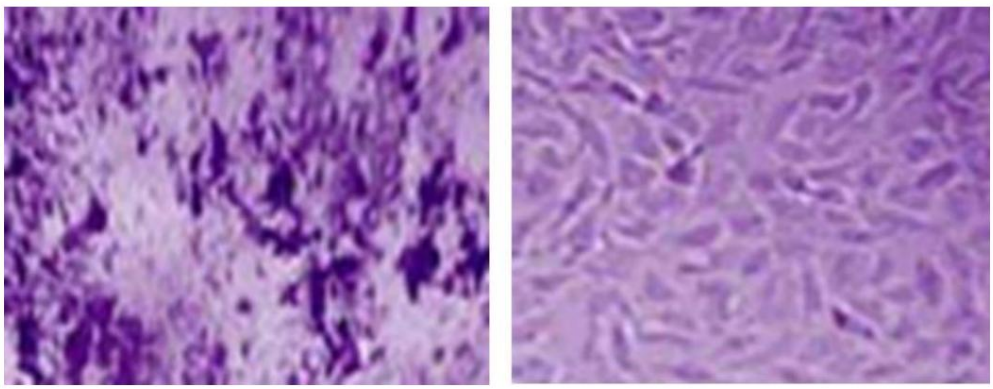

Figure 4. Analyse de l'activité cytotoxique des nanoparticules d'argent

CONCLUSION

Cette étude suggère que les nanoparticules d'argent, dont la granulométrie est comprise entre 5 et 50 nm, présentent une stabilité dans leurs fluides sur une large plage de pH. Après avoir recouvert les particules d'argent de citrate, la distribution granulométrique devient plus étroite et plus monodisperse. Les données de dissolution démontrent une relation inverse entre la taille des nanoparticules d'argent et leur libération, indiquant spécifiquement que la libération est accrue lorsque la granulométrie diminue. Les résultats indiquent que les nanoparticules d'argent sont susceptibles de présenter une stabilité dans les formulations médicinales et possèdent une forte probabilité d'atteindre le foyer d'infection. Les nanoparticules présentent une activité antimicrobienne significative contre les bactéries et les champignons. Ces résultats fournissent des données solides qui étayent l'utilisation potentielle des nanoparticules d'argent comme traitement antibiotique alternatif pour éradiquer diverses souches bactériennes et fongiques. Cette approche pourrait offrir des avantages en atténuant les conséquences indésirables et imprévues des traitements antibiotiques conventionnels.

Financement

Aucun

Machine Translated by Google

Journal des risques chimiques pour la santé

www.jchr.org

JCHR (2023) 13(3), 1389-1396 | ISSN : 2251-6727

Conflit d'intérêts

Aucun

RÉFÉRENCES

1. Margalit R, Okon M, Yerushalmi Y, Avidor E. Liposomes bioadhésifs pour l'administration topique de médicaments : études moléculaires et cellulaires. J. Libération contrôlée 1992;19:275-287.

2. Keservani R, Kesharwani RK, Sharma AK. Introduction aux nanotechnologies pour l'administration de médicaments. Dans « Approches d'administration de médicaments et nanosystèmes : Nouveaux vecteurs de médicaments », 10 février 2020 (pp. 1-19). CRC Press.

3. Yerushalmi N, Margalit R. Évaluation physicochimique d'une approche axée sur la stabilité pour le piégeage de médicaments dans des liposomes réguliers et modifiés en surface. Biochem. Biophys. Acta.1994; 1189:13-20.

4. Keservani RK, Sharma AK, Kesharwani RK, éditeurs. Approches d'administration de médicaments et nanosystèmes, volume 1 : Nouveaux vecteurs de médicaments. CRC Press ; 15 novembre 2017.

5. Ahire E, Thakkar S, Darshanwad M, Misra M. Nanosuspensions parentérales : un bref aperçu de l'amélioration de la solubilité jusqu'à des applications plus novatrices et spécifiques. Acta Pharmaceutica Sinica B. 1er septembre 2018 ; 8(5) : 733-55.

6. Margalit R, Alon R, Linenberg M, Rubin I, Roseman TJ, Wood RW. Administration liposomale de médicaments : considérations thermodynamiques et cinétiques chimiques. J. Libération contrôlée. 1991;17:285-296.

7. Margalit R, Okon M, Yerushalmi N et Avidor E. Sulfadiazine d'argent (SSD) encapsulée dans des liposomes pour le traitement topique des brûlures infectées : thermodynamique du médicament Alivisatos AP, amas de semi-

8. conducteurs, nanocristaux et points quantiques. Science 1996 ; 271 : 933-937.

9. Keservani, RK et Sharma, AK eds., 2019. Systèmes d'administration de médicaments nanoparticulaires. Presses du CRC.

10. Thombre, NA, Niphade, PS, Ahire, ED et Kshirsagar, SJ, 2022. Développement de formulations et de microémulsions Évaluation Basé Lornoxicam Gel. Biosciences Biotechnology Research Asia, 19(1), pp.69-80.

11. Ahirrao, SP, Sonawane, MH, Bhambere, DS, Udavant, PB, Ahire, ED et Kanade, R., 2022. Formulation de cocristaux : une nouvelle approche pour améliorer la solubilité et la dissolution de l'étodolac. Biosciences de Recherche en biotechnologie en Asie, 19(1), p.111.

12. Elechiguerra JL, Burt J, Morones JR, Camacho-Bragado A, Gao X, Lara HH, Yacaman MJ. Interaction de l'argent Nanoparticules contenant le VIH-1. J. Nanobiotechnol. 2005;3:1–10.

13. Singh VK, Keservani RK. Application des nanoparticules comme système d'administration de médicaments. Dans : Nouvelles approches pour l'administration de médicaments 2017 (pp. 364-389). IGI Global.

14. Feng QL, Wu J, Chen GQ, Cui FZ, Kim TN, Kim JO, Biomed. Mater J. Rés. 2003;52:662.

15. Ahire, E., Thakkar, S., Borade, Y. et Misra, M., 2020. Comprimés orodispersibles à base de nanocristaux pour améliorer la dissolution de la vortioxétine. Bulletin de la Faculté de pharmacie, Université du Caire, 58(1&2), pp.11-20.

16. Henglein A, Meisel D. Observations spectrophotométriques de l'adsorption de composés organosulfurés sur des nanoparticules d'argent colloïdal J. Phys. Chem. B 1998;102: 8364.

17. Keservani RK, Sharma AK, Kesharwani RK, éditeurs. Approches d'administration de médicaments et nanosystèmes, volume 1 : Nouveaux vecteurs de médicaments. CRC Press ; 15 novembre 2017.

18. Khulbe P, Singh DM, Aman A, Ahire ED, Keservani RK. L'émergence des nanotransporteurs dans la prise en charge des maladies et troubles. Infections acquises dans la communauté. 19 avril 2023 ; 10.

19. Gujarathi NA, Bakliwal AA, Rane BR, Pathan V, Keservani RK. Système d'administration nasale de médicaments nanoencapsulé. Systèmes d'administration topique et transdermique de médicaments : applications et perspectives d'avenir. 6 février 2023 : 235.

20. Kreibig U, Vollmer M. Propriétés optiques des agrégats métalliques. Springer : New York, 1995.

Machine Translated by Google

Journal des risques chimiques pour la santé

www.jchr.org

JCHR (2023) 13(3), 1389-1396 | ISSN : 2251-6727

El-Sayed MA. Quelques propriétés intéressantes des métaux confinés dans le temps et à l'échelle nanométrique Espace de formes différentes. Acc. Chem. Res. 2001;34:257-264.

21. Frens G. Nucléation contrôlée pour la Régulation de la taille des particules dans les suspensions d'or monodispersées Nature Phys. Sci. 1973;241:20-22.

Christian GD, Applications de la spectroscopie Feldman FJ. Atomique d'absorption en agriculture, biologie et médecine, John Wiley & Sons, Inc., 1970.

22. Gosavi, SB, Patil, MP, Ahire, ED et Deshmukh, MD, Une revue basée sur l'application des nanoparticules de silice mésoporeuses pour l'administration de médicaments dans le domaine biomédical.

23. Valcarcel M, Luque de Castro MD, « Principes et applications de l'analyse par injection de flux », Ellis Horwood Ltd., Halsted Press, une division de John Wiley & Sons, 1987.

24. Thompson M, Walsh JN. Manuel de spectrométrie à plasma à couplage inductif, 2e éd., Blackie & Son Ltd., 1989.

25. Ahirrao SP, Bhambere DS, Ahire ED, Dashputre NL, Kakad SP, Laddha UD. Formulation et évaluation de l'olmésartan Nanosuspension de médoxomil. Matériels Aujourd'hui : Actes. 1er juillet 2023.

26. Tenover F, et al. Comparaison des méthodes traditionnelles et moléculaires de typage des isolats de Staphylococcus aureus. Journal of Clinical Microbiology, 1994 ; 32(2) : 407.

27. Ahire ED, Surana KR, Keservani RK, Gupta AK, Yadav A, Bharti SK, Jaiswal M, Singh BK. Aperçu actuel des nutraceutiques technologie de distribution de nanoparticules avec un accent particulier sur la formulation à base de plantes. 2021;18(3); 184-190.

28. Uznanski P, et al., Oxydation de spirooxazines photochromiques par des cations métalliques de frappe. Partie I. Réaction avec AgNO3 : formation et caractérisation de particules d'argent. New Journal of Chemistry, 2001. 25(12) : 1486-1494.