

THE ROLE OF MYCOPLASMA AND UREAPLASMA INFECTIONS IN MALE INFERTILITY

Ornela BIVOL*, Delia HUȚANU

West University of Timisoara, Faculty of Chemistry, Biology, Geography, Department of Biology-Chemistry, Pestalozzi 16, Timișoara

*Corresponding author e-mail: ornela.bivol99@e-uvt.ro

Received 16 July 2020; accepted 30 October 2020

ABSTRACT

*The present paper by analyzing data from the literature supports the etiological role of *U. urealyticum* and *M. hominis* microorganisms in male infertility. Numerous data indicate that the two species from the Mycoplasmataceae family affect sperm quality, changing sperm parameters such as: motility, morphological appearance and sperm concentration, pH and altered viscosity of semen. Regarding *M. genitalium* and *U. parvum*, the data from the studies are not sufficient to formulate a clear conclusion if they affect or not the sperm parameters and male fertility. As a practical applicability, the data presented advocate for testing the presence of these pathogens in men and not only in women, as a routine analysis in assisted human reproduction centers.*

KEYWORDS: *Mycoplasma, Ureaplasma, male infertility, assisted human reproduction.*

INTRODUCERE

În ultimii ani factorii asociați cu infertilitatea masculină au căpătat un interes mai mare în domeniul medical și științific fiind investigați mai intens. O serie de microorganisme din familia Mycoplasmataceae, precum *U. urealyticum*, *U. parvum*, *M. genitalium* și *M. hominis* sunt agenți patogeni des identificați la nivelul tractului urogenital al bărbaților ce ar putea avea un rol etiologic atât în infecțiile genitale precum și în infertilitatea masculină.

Mycoplasmele sunt cele mai mici organisme procariote capabile de diviziune celulară, cu o dimensiune similară cu cea a micovirusurilor. Se găsesc la om, animale, plante și insecte. Termenul de mycoplasma este adesea folosit pentru a face referire la orice membru al clasei Mollicutes care cuprinde 5 familii, 8 genuri și peste 200 de specii.

Familia *Mycoplasmataceae* conține mycoplasme cu un rol important în medicina umană. Această familie este împărțită în două genuri: *Mycoplasma* și *Ureaplasma*.

În cadrul genului *Mycoplasma*, există cel puțin 120 de specii, dintre care 14 au fost identificate la om, iar patru dintre ele au fost localizate la nivelul tractului genital: *M. hominis*, *M. genitalium*, *M. spermatophilum* și *M. penetrans*. Ureaplasmele sunt organisme capabile de hidrolizarea ureei. Există șapte

specii, dintre care două au fost identificate la om: *U. urealyticum* și *U. parvum* (Taylor-Robinson, 2012).

Ureaplasmele genitale și mycoplasmele reprezintă un grup complex și unic de microorganisme care au fost asociate cu o gamă largă de boli infecțioase la adulți și copii. Printre microorganismele infecțioase, *U. urealyticum* este una dintre cele mai frecvent întâlnite specii, iar prezența sa a fost recunoscută pentru prima dată în 1954, în analize de scurgeri uretrale a bărbaților cu uretrită nongonococică. Este un organism comensal al tractului genito-urinar inferior al bărbaților și femeilor active sexual. Cercetători au încercat să stabilească dacă aceste organisme sunt o cauză de infertilitate (Huang et al. 2015).

M. genitalium a fost izolată pentru prima dată în 1980, în probe uretrale ale doi bărbați simptomatici cu uretrită non-gonococică. După descoperire, *M. genitalium* a fost asociată cu diverse boli uretrale (Huang et al. 2015).

Morfologia celulelor variază în funcție de specie, condițiile de mediu și stadiul ciclului de creștere. La microscop se observă organisme pleomorfe, care pot varia de la sferice până la forme coccoide (ex.: *M. hominis*), coccobacilare, inelare și conice, până la ramificări scurte și lungi, filamente perlate sau segmentate (Taylor-Robinson, 2012).

Mai multe micoplasme, inclusiv *M. genitalium*, au structuri specializate la unul sau ambele capete prin care se atașează de suprafețele mucoase ale tractului genital.

Mycoplasmele, spre deosebire de bacteriile convenționale, nu au un perete celular rigid care conține peptidoglican. *M. genitalium* se atașează de receptorii de acid neuraminic. Aderența strânsă permite mycoplasmei să introducă nucleaze și alte enzime în celulă și să extragă din ea produsele activității enzimelor (Taylor-Robinson, 2012).

Genomul se remarcă prin dimensiunile mici și conținutul redus de guanină și citozină (G + C). Dimensiunile genomului speciilor de *Mycoplasma* variază de la 580 kb pentru *M. genitalium* la 1.380 kb pentru *M. Mycoides* (Razin et al. 1998).

Majoritatea micoplasmelor sunt facultativ anaerobe. Temperatura optimă pentru creșterea majorității micoplasmelor și ureaplasmele de la om sau animale este de 36-38°C.

Mecanismele prin care micoplasmele și ureaplasmele provoacă boală sunt multifactoriale și includ: aderarea organismelor la celulele gazdă, capacitatea unor micoplasme de a invada celulele gazdă, producția de toxine a unor micoplasme, stimularea citokinelor pro-inflamatorii, variație antigenică care permite micoplasmei să se sustragă sistemelor imune de protecție ale

gazdei și capacitatea micoplasmelor de a dezvolta rezistență la antibiotice, culminând uneori cu boli cronice (Taylor-Robinson, 2012).

MATERIALE ȘI METODE

Am realizat o căutare în bazele de date de literatură biomedicală, PubMed, Human Reproduction și Fertility and Sterility pentru următorii termeni: "Mycoplasma,, sau "Ureaplasma,, și "male infertility,, sau " semen,,. Nu am folosit restricții temporale. Au fost alese doar articole în limba engleză ce privesc studii realizate pe specia umană. Au fost selectate și articole identificate manual în lista de referințe a studiilor alese în urma căutărilor efectuate.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

În urma căutărilor în bazele de date am selectat 23 articole ce privesc diferite aspecte privind legătura între infecția cu *Mycoplasma sp.* sau *Ureaplasma sp.* și infertilitatea masculină. Articolele cuprind date privind gradul în care bacteriile afectează parametrii spermogramei, precum motilitatea, concentrația spermilor, volumul, pH-ul spermei sau aspectul morfologic al spermilor.

Un aspect important îl constituie capacitatea micoplasmelor de a se atașa de suprafața spermilor. S-a demonstrat ca *M. genitalium* se poate atașa de toate segmentele spermiei (cap, gat,coadă) (FIG.1) și ca spermii își pot păstra motilitatea în ciuda atașamentului bacterian (Svenstrup et al. 2003).

Mycoplasma hominis a fost identificată atât atașată pe suprafața spermie precum și intracelular la nivelul regiunii capului și piesei întemperiare a cozii într-un studiu realizat de Diaz-Garcia et al. (2006). Nu s-au identificat efecte negative asupra numărului sau mobilității spermilor infectate pe termen scurt însă studiul sugerează necesitatea unor studii pe termen lung pentru a analiza implicațiile infecției asupra fertilității masculine.

Unele studii au raportat motilitate ușor crescută în mostre de spermă infectată cu *Ureaplasma sp.* comparativ cu mostrele de spermă negative pentru *Ureaplasma sp.* (Reichart et al. 2000; Knox et al. 2003). În studiul realizat de Knox et al.(2003) pe un grup de 343 de bărbați, 73 au fost testați pozitiv pentru *Ureaplasma sp.* și doi pentru *M. hominis* în urma spermoculturilor și analizelor PCR efectuate. Au fost realizate spermograme în conformitate cu prevederile OMS tuturor participanților în studiu, ulterior fiind comparate spermogramele participanților testați pozitiv cu cele ale bărbaților testați negativ. Nu au fost evidențiate diferențe statistice semnificative în ce privește numărul sau aspectul morfologic al spermilor în cele două grupuri de bărbați, însă, s-a observat motilitate crescută în randul spermilor din probele

pozitive pentru *Ureaplasma* sau un număr mai mic de spermii imobile comparativ cu probele negative. Rezultatul acestui studiu indică posibilitatea fecundării cu spermii infectate însă sunt necesare studii suplimentare pentru a analiza rata de reușită.

Datele privind numărul total al participanților precum și numărul de participanți testați pozitivi pentru una din speciile de *Ureaplasma* sau *Mycoplasma*, extrase din 18 studii din totalul de 23 au fost evidențiate separat în funcție de specie în graficele din: FIG. 2, FIG.3 , FIG. 4 și FIG 5.

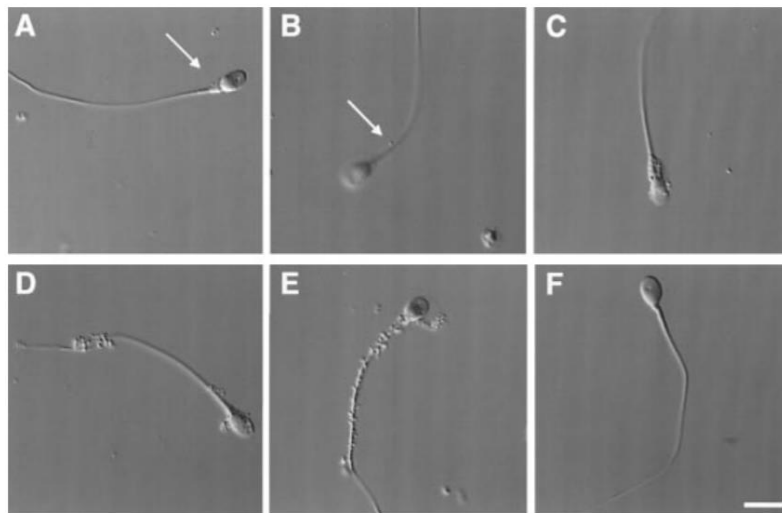


FIG.1. Microscopie prin contrast diferențial de interferență (obiectiv 100X) a spermilor incubate in vitro cu *M. genitalium*. O singură celulă de *M. genitalium* e atașată segmentului intermediar (A) și cozii spermiei (B). C- Mai multe celule de *M. genitalium* sunt atașate la nivelul capului și segmentului intermediar. D- Celule de *M. genitalium* atașate capului, segmentului intermediar, segmentului principal și capătului terminal al cozii spermiei. E- Colonizarea masivă a spermiei, cu *M. genitalium* atașată și la nivelul vesiculei capului spermiei. F- control negativ, spermie incubată fără mycoplasma. 5μm. (Svenstrup et al. 2003)

Pentru identificarea microorganismelor în probele analizate în studii, s-au folosit metode de tipul testelor PCR, culturi sau kituri de testare pentru mycoplasme. După cum se observa în diagramele din FIG. 6 și FIG. 7 în cazul *U. urealyticum* ca metoda de identificare în 7 (44%) din 16 studii au fost efectuate spermoculturi, 4 (25%) studii au utilizat doar teste PCR și un studiu a efectuat atât culturi cât și teste PCR pentru confirmarea speciei, iar celelalte 4 (25%) studii au folosit kiturile de testare de tipul: MYCOFAST R Evolution 3, MYCOFAST Evolution 2 sau Mycoplasma IST. În cazul identificării *U. parvum* au fost efectuate culturi și teste PCR. Pentru *M. hominis* dintr-un total de 10

studii analizate, 4 (45%) studii au utilizat kituri de testare pentru identificarea infecției, 2 studii s-au bazat pe metode de testare PCR și 2 pe efectuarea culturilor, iar un studiu a efectuat atât spermoculturi cât și analiza PCR pentru confirmarea speciei țintă. Pentru *M. genitalium* metodele folosite în cele 3 studii ce au analizat efectele infecției asupra parametrilor spermogramei 2 au realizat teste PCR și unul a folosit kitul de testare MYCOFAST Evolution 2. Articolele implicate în aceasta analiză (a metodelor folosite pentru identificarea speciilor de *Mycoplasma* și *Ureaplasma*) au fost doar cele ce prezentau studii efectuate pe grupuri largi de bărbați și ce diferențiau speciile din cadrul genului identificat.

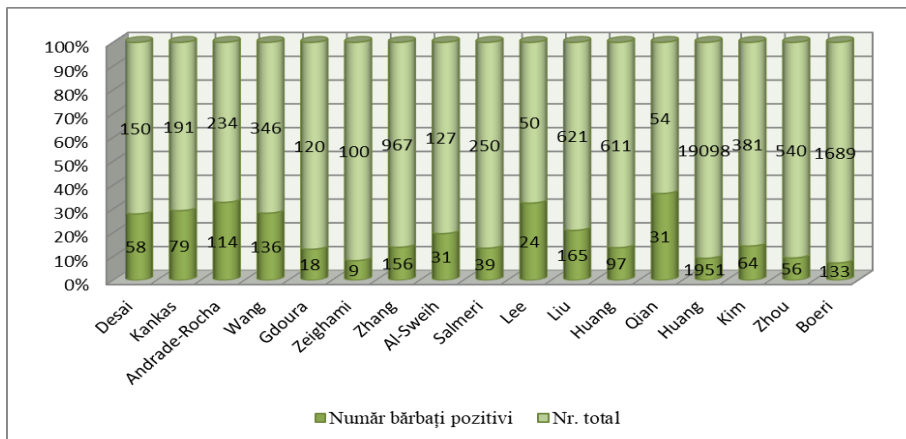


FIG. 2. Numărul total al bărbaților testați pentru a identifica prezența *U. urealyticum* în probe și numărul bărbaților ai căror teste au fost pozitive. Dintr-un total de 25529 de participanți, pozitivi pentru infecția cu *U. urealyticum* au fost 3161.

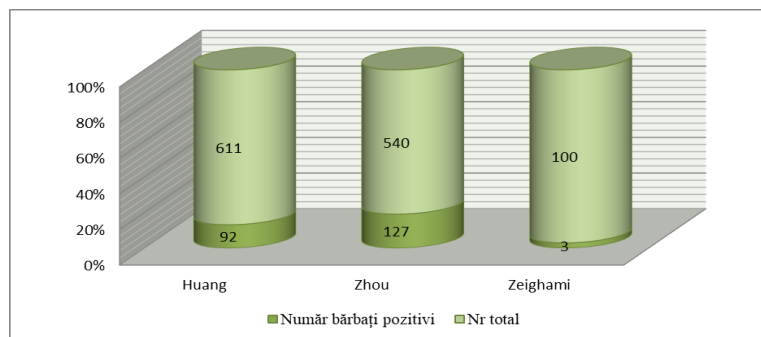


FIG. 3. Numărul total al bărbaților testați pentru a identifica prezența *U. parvum* în probe și numărul bărbaților ai căror teste au fost pozitive. Dintr-un total de 1251 de participanți, pozitivi pentru infecția cu *U. parvum* au fost 222.

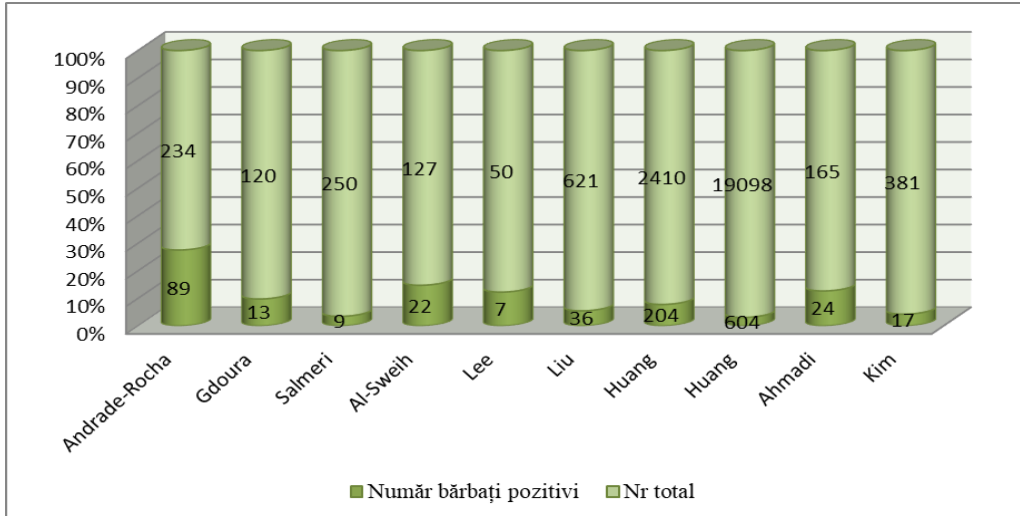


FIG. 4. Numărul total al bărbaților testați pentru a identifica prezența *M. hominis* în probe și numărul bărbaților ai căror teste au fost pozitive. Dintr-un total de 23456 de participanți, pozitivi pentru infecția cu *M.hominis* au fost 1025.

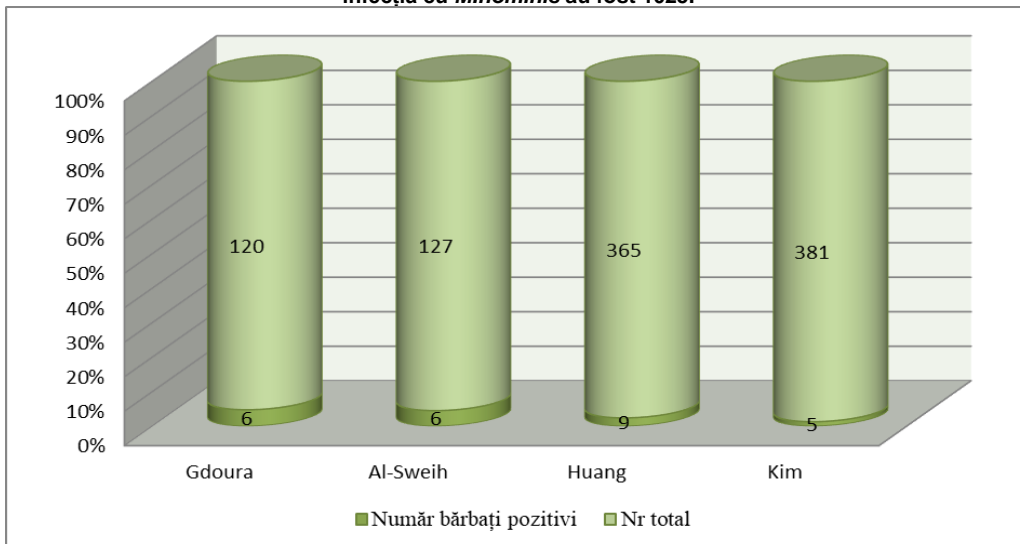


FIG. 5. Numărul total al bărbaților testați pentru a identifica prezența *M. genitalium* în probe și numărul bărbaților ai căror teste au fost pozitive. Dintr-un total de 993 de participanți, pozitivi pentru infecția cu *M. genitalium* au fost 26.



FIG. 6. Metodele folosite pentru a identifica *Ureaplasma sp.* în probe. A- *Ureaplasma urealyticum*. B- *Ureaplasma parvum*.

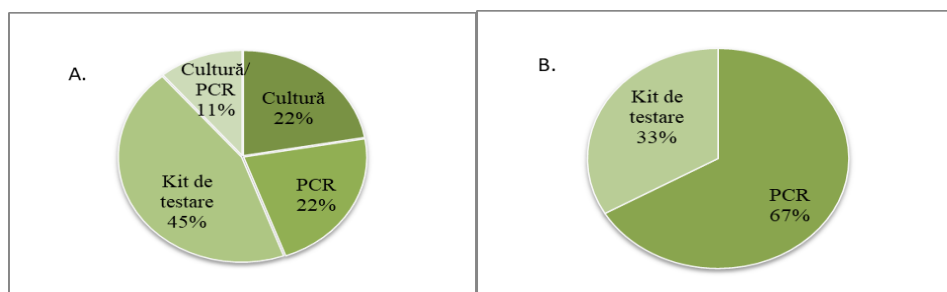


FIG. 7. Metodele folosite pentru a identifica *Mycoplasma sp.* în probe. A- *Mycoplasma hominis*. B- *Mycoplasma genitalium*.

Sintetizând datele din studiile prezentate anterior, se observă că numeroși cercetători au asociat infecțiile cu *Mycoplasma sp.* și *Ureaplasma sp.* cu modificări negative ai parametrilor spermogramei.

U. urealyticum induce motilitate scăzută a spermilor (Nunez-Calonge et al. 1998; Zeighami et al. 2009; Lee et al. 2013; Huang et al. 2016; Qian et al. 2016; Boeri et al. 2020) concentrație mai mică a spermilor (Zeighami et al. 2009; Liu et al. 2014; Boeri et al. 2020), vâscozitate crescută și pH mai mic al spermei (Wang et al. 2006; Qian et al. 2016), aspect morfologic anormal al spermilor (Zeighami et al. 2009; Zhang et al. 2011; Salmeri et al. 2012; Lee et al. 2013; Huang et al. 2016; Qian et al. 2016; Kim et al. 2017), nivel crescut de leucocite în spermă (Zhang et al. 2011) și nivel crescut de oxid nitric (Qian et al. 2016).

U. parvum a fost asociată într-un număr mai mic de studii cu un număr crescut de spermii morfologic anormale, cu motilitate și densitate scăzută a spermilor și cu un volum redus al spermei (Zeighami et al. 2009; Zhou et al. 2017).

În cazul infecției cu *M. hominis*, s-au observat modificări privind aspectul morfologic și concentrație scăzută a spermilor (Gdoura et al. 2007;

Ahmadi et al. 2016), motilitate scăzută (Salmeri et al. 2012; Lee et al. 2013; Ahmadi et al. 2016; Boeri et al. 2020) și nivel crescut de leucocite în spermă (Al- Sweih et al. 2012).

M. genitalium a fost mai puțin menționată însă unele studii sugerează ca ar altera parametrii precum concentrația spermilor (Gdoura et al. 2007). S-a demonstrat că *M. genitalium* se poate atașa de suprafața spermilor la nivelul capului, gâtului și cozii, spermile păstrându-și motilitatea (Svenstrup et al. 2003). *M. hominis* a fost observată atașată atât pe suprafața spermiei cât și intracelular fără a afecta parametrii spermogramei pe termen scurt (Diaz-Garcia et al. 2006).

Totuși, o serie de studii nu au evidențiat efecte negative corelate cu infecția cu *Mycoplasma sp.* sau *Ureaplasma sp.*

În FIG. 8 este prezentat numărul articolelor care, prin rezultatele și datele obținute, au evidențiat efectele negative ale infecției cu *Ureaplasma sp.* sau cu *Mycoplasma sp.* asupra calității spermei, precum și numărul studiilor ce nu au obținut rezultate statistic semnificative care să indice că infecția cu *Ureaplasma sp.* sau *Mycoplasma sp.* influențează negativ parametrii spermogramei, în consecință infecția nefiind asociată cu infertilitatea masculină. După cum se observă un număr important de studii indică că *Ureaplasma urealyticum* și *M. hominis* modifică parametrii normali ai spermogramei, jucând astfel un rol important în ce privește infertilitatea bărbaților. Un procent de 71% din numărul de studii analizate indică ca *U. urealyticum* modifică parametrii normali ai spermogramei, iar în cazul *M. hominis* procentul e de 60% .

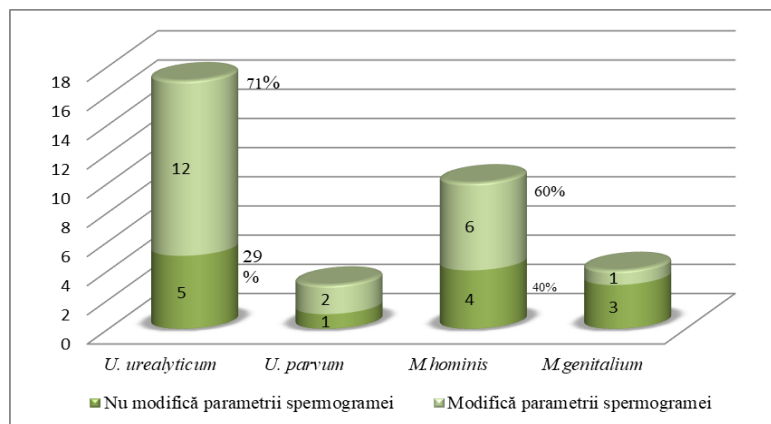


FIG. 8. Numărul articolelor ce au raportat modificări ale valorilor spermogramei și numărul celor ce nu au raportat modificări semnificative ale valorilor analizate.

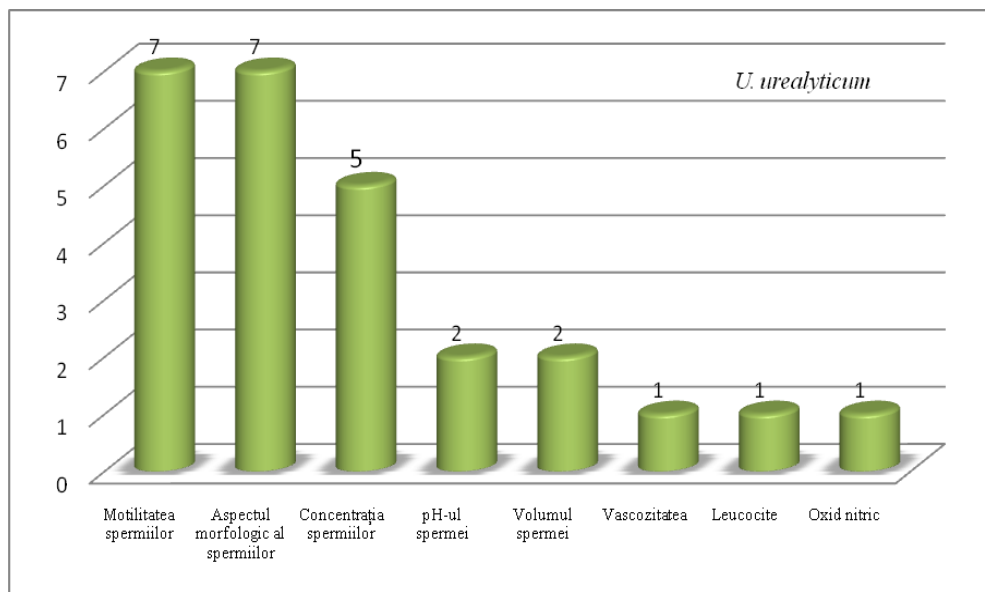


FIG. 9. Reprezentare grafică a parametrilor spermogramei modificați în cazul infecției cu *U. urealyticum*, luând în considerare numărul de articole în care au fost menționați.

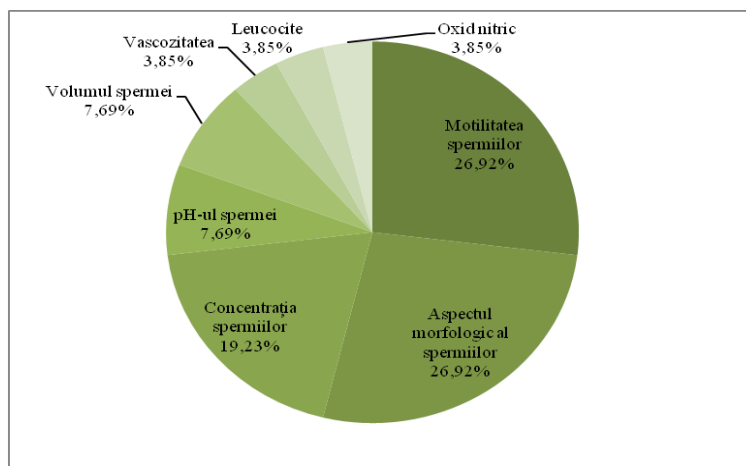


FIG.10. Parametrii spermogramei modificați în cadrul infecției cu *U. urealyticum*- reprezentare procentuala raportat la numărul de articole în care sunt menționate.

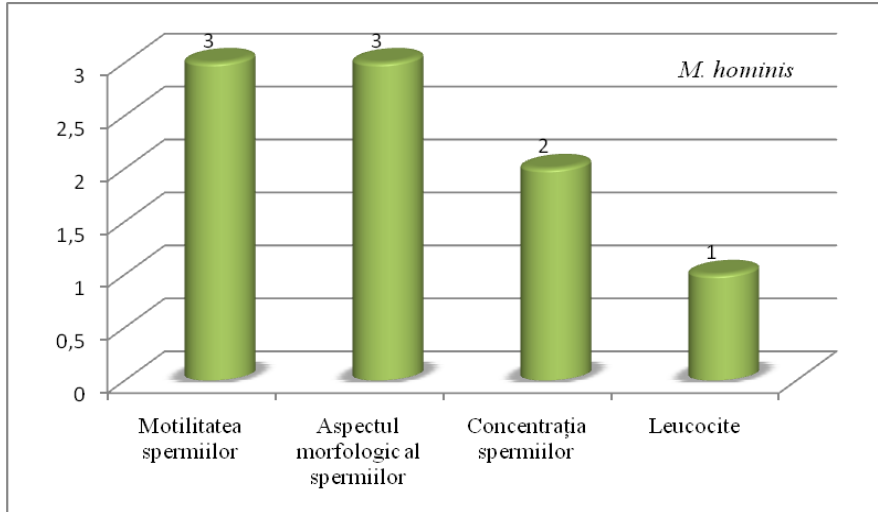


FIG.11. Reprezentare grafică a parametrilor spermogramei modificați în cazul infecției cu *M. hominis*, luând în considerare numărul de articole în care au fost menționați.

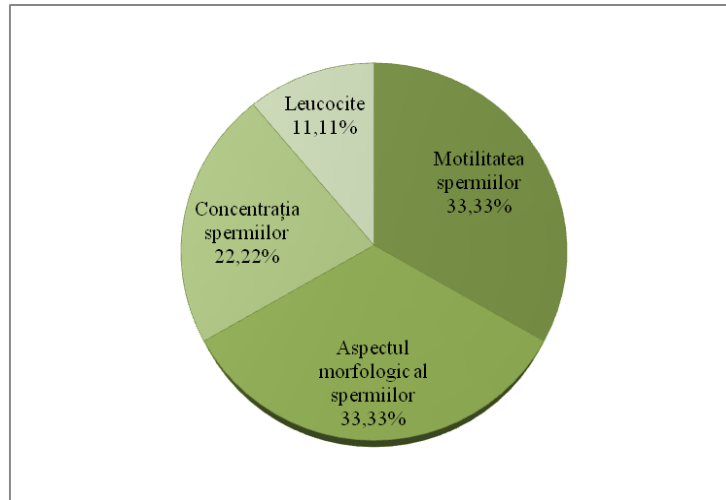


FIG.12. Parametrii spermogramei modificați în cadrul infecției cu *M.hominis*- reprezentare procentuală raportat la numărul de articole în care sunt menționate.

Din FIG. 9. și FIG. 10 se poate observa că motilitatea spermilor și aspectul morfologic al spermilor sunt parametri ai spermogramei modificați cel mai frecvent (în proporție de 26.92% fiecare) în studii în cazul infecției cu *U. urealyticum*. Concentrația spermilor e menționată în procent de 19.23%, urmată de parametrii precum pH-ul spermei (7.69%), volumul spermei (7.69%)

și vâscozitatea (3.85%), număr crescut de leucocite(3.85%), sau nivel crescut de oxid nitric (3.85%).

Și în cazul infecției cu *M. hominis* din FIG. 11 și FIG 12. se constată că parametrii spermogramei cel mai des modificați în studiile analizate sunt motilitatea spermilor și aspectul morfologic al spermilor în procent de 33.33% fiecare, urmați de concentrația spermilor (22.22%) și număr crescut de leucocite în spermă (11.11%).

CONCLUZII

Lucrarea de față prin analiza datelor din literatura de specialitate susține rolul etiologic al microorganismelor de tipul *U. urealyticum* și *M. hominis* în infertilitatea masculină. Numeroase date indică că cele două specii din familia *Mycoplasmataceae*, afectează calitatea spermei, modificând parametrii spermogramei precum: motilitate scăzută, aspect morfologic anormal și concentrație mai mică a spermilor, pH și vâscozitate modificată a spermei. În ce privește *M. genitalium* și *U. parvum*, datele din studii nu sunt suficiente pentru a formula o concluzie clară privind modul în care afectează sau nu parametrii spermogramei respectiv fertilitatea.

Ca aplicabilitate practică, datele prezentate pledează pentru introducerea analizării prezenței acestor agenți patogeni și la bărbați nu doar la femei, ca analiză de rutină în cadrul centrelor de reproducere umană asistată. Deoarece atât *Mycoplasma hominis* cât și *Ureaplasma urealyticum* provoacă infecții care pot fi tratate prin administrare de antibiotice există posibilitatea ca după tratament valorile spermogramelor să se îmbunătățească.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

- Ahmadi M., Mirsalehian A., Gilani M., Bahador A., Talebi M. 2016. Asymptomatic Infection With *Mycoplasma hominis* Negatively Affects Semen Parameters and Leads to Male Infertility as Confirmed by Improved Semen Parameters After Antibiotic Treatment. *Urology*.
- Al-Sweih N.A., Al-Fadli A.H., Omu A.E., Rotimi V.O. 2012. Prevalence of Chlamydia trachomatis, *Mycoplasma hominis*, *Mycoplasma genitalium*, and *Ureaplasma urealyticum* infections and seminal quality in infertile and fertile men in Kuwait. *J Androl.* 33(6):1323-1329.
- Andrade-Rocha F.T. 2003. *Ureaplasma urealyticum* and *Mycoplasma hominis* in men attending for routine semen analysis. Prevalence, incidence by age and clinical settings, influence on sperm characteristics, relationship with the leukocyte count and clinical value. *Urol Int.* 71(4):377-381.
- Boeri L., Pederzoli F., Capogrosso P., Abbate C., Alfano M., Mancini N., Clementi M., Montanari E., Montorsi F., Salonia A. 2020. Semen infections in men with primary infertility in the real-life setting. *Fertility and Sterility.* 113:1174-1182.
- Capoccia R., Greub G., Baud D. 2013. *Ureaplasma urealyticum*, *Mycoplasma hominis* and adverse pregnancy outcomes. *Curr Opin Infect Dis.* 26(3):231-240.
- Desai S, Cohen S, Khatamee M, Leiter E. 1980. *Ureaplasma urealyticum* (T-mycoplasma) infection: does it have a role in male infertility?. *J Urol.* 124(4):469-471.
- Díaz-García F., Herrera-Mendoza A., Giono S., Guerra-Infante F. 2006. *Mycoplasma hominis* attaches to and locates intracellularly in human spermatozoa. *Human reproduction.* 21. 1591-1598.

BIVOL & HUṬANU: The role of mycoplasma and ureaplasma infections in male infertility

- Gdoura R., Kchaou W., Chaari C., Znazen A., Keskes L., Rebai T., Hammami A. 2007. Ureaplasma urealyticum, Ureaplasma parvum, Mycoplasma hominis and Mycoplasma genitalium infections and semen quality of infertile men. BMC infectious diseases. 7:129.
- Huang C., Long X., Jing S., Liqing F., Kongrong X., Siyang W., Wenbing Z. 2016. Ureaplasma urealyticum and Mycoplasma hominis infections and semen quality in 19,098 infertile men in China. World J Urol. 34(7):1039-1044.
- Huang C., Zhu H.L., Xu K.R., Wang S.Y., Fan L.Q., Zhu W.B. 2015. Mycoplasma and ureaplasma infection and male infertility: a systematic review and meta-analysis. Andrology. 3: 809-816.
- Kanakas N., Mantzavinos T., Boufidou F., Koumentakou I., Creatsas G. 1999. Ureaplasma urealyticum in semen: Is there any effect on in vitro fertilization outcome?. Fertility and sterility. 71: 523-527.
- Kim S. J., Paik D. J., Lee J. S., Lee H. S., Seo J. T., Jeong M. S., Lee J. H., Park D. W., Han S., Lee Y. K., Lee K. H., Lee I. H., So K. A., Kim S. A., Kim J., Kim, T. J. 2017. Effects of infections with five sexually transmitted pathogens on sperm quality. Clinical and experimental reproductive medicine. 44(4):207–213.
- Knox C., Allan J., Allan J., Edirisinghe W., Stenzel D., Lawrence F., Purdie D., Timms P. 2003. Ureaplasma parvum and Ureaplasma urealyticum are detected in semen after washing before assisted reproductive technology procedures. Fertility and sterility. 80: 921-929.
- Lee J.S., Kim K.T., Lee H.S., Yang K.M., Seo J.T., Choe J.H. 2013. Concordance of Ureaplasma urealyticum and Mycoplasma hominis in infertile couples: impact on semen parameters. Urology. 81:1219-1224.
- Liu J., Wang Q., Ji X., Guo S., Dal Y., Zhang Z., Jia L., Shi Y., Tai S., Lee Y. 2014. Prevalence of Ureaplasma urealyticum, Mycoplasma hominis, Chlamydia trachomatis infections, and semen quality in infertile and fertile men in China. Urology. 83(4):795-799.
- Núñez-Calonge R, Caballero P, Redondo C, Baquero F, Martínez-Ferrer M, Meseguer M.A. 1998. Ureaplasma urealyticum reduces motility and induces membrane alterations in human spermatozoa. Hum Reprod. 13:2756-2761.
- Qian L., Bian G.R., Li H.B., Zhou Y., Dong S.D., Wang W.J., Song J. 2016. Effects of Ureaplasma urealyticum Infection on Sperm Quality and Concentrations of Nitric Oxide and Cytokine in the Semen of Infertile Males. Am J Reprod Immunol. 75(6):605-608.
- Razin S., Yogev D., Naot Y. 1998. Molecular biology and pathogenicity of mycoplasmas. Microbiology and molecular biology reviews. 62: 1094–1156.
- Reichart M., Kahane I., Bartoov B. 2000. In vivo and in vitro impairment of human and ram sperm nuclear chromatin integrity by sexually transmitted Ureaplasma urealyticum infection. Biol Reprod. 63:1041-1048.
- Salmeri M., Valenti D., La Vignera S., Bellanca S., Morello A., Toscano M.A, Mastrojeni S., Calogero A.E. 2012. Prevalence of Ureaplasma urealyticum and Mycoplasma hominis infection in unselected infertile men. J Chemother. 24(2):81-86.
- Svenstrup H., Fedder J., Abraham-Peskir J., Birkelund S., Christiansen G. 2003. Mycoplasma genitalium attaches to human spermatozoa. Human reproduction. 18: 2103-2109.
- Taylor-Robinson D. 2012. Mycoplasmas Respiratory and genital tract infections. Medical Microbiology .41: 400-410.
- Wang Y., Liang C.L., Wu J.Q., Xu C., Qin S.X., Gao E.S. 2006. Do Ureaplasma urealyticum infections in the genital tract affect semen quality?. Asian journal of andrology. 8: 562-568.
- Zeighami H., Peerayeh S.N., Yazdi R.S., Sorouri R. 2009. Prevalence of Ureaplasma urealyticum and Ureaplasma parvum in semen of infertile and healthy men. Int J STD AIDS. 20(6):387-390.
- Zhang Z.H, Zhang H.G, Dong Y., Han R.R., Dai R.L., Liu R.Z. 2011. Ureaplasma urealyticum in male infertility in Jilin Province, North-east China, and its relationship with sperm morphology. J Int Med Res. 39(1):33-40.
- Zhou Y, Ma H., Shi X., Liu Y. 2017. Ureaplasma spp. in male infertility and its relationship with semen quality and seminal plasma components. Journal of Microbiology, Immunology and Infection. 51:778-783.