

Évaluation d'un test de diagnostic rapide pour le diagnostic de la toxoplasmose chez les femmes enceintes à Cotonou (Bénin)

Evaluation of a rapid diagnostic test in the diagnosis of toxoplasmosis in pregnant women in Cotonou (Bénin)

A. Ogouyèmi-Hounto · F. Agbayahoun-Chokki · Y. Sissinto Savi de Tove · B. Biokou Bankole · V. Adinsi de Souza · M. Assogba · D. Kinde-Gazard · A. Massougbdji

Reçu le 7 septembre 2013 ; accepté le 5 février 2014
© Société de pathologie exotique et Springer-Verlag France 2014

Résumé L'objectif de l'étude était d'évaluer les performances des tests ImmunoComb[®] Toxo IgG et ImmunoComb[®] Toxo IgM pour le diagnostic biologique de la toxoplasmose chez les femmes enceintes à Cotonou. 266 femmes venues à l'hôpital avec une demande de sérologie toxoplasmique ont rempli un questionnaire et ont bénéficié d'un prélèvement pour le dosage des IgG et IgM anti *T. gondii* par le test rapide ImmunoComb[®] Toxo IgG, ImmunoComb[®] toxo IgM et par la méthode CIMA de l'automate Architect, considérée comme technique de référence. La sensibilité, la spécificité, les valeurs prédictives positives (VPP) et négatives (VPN) ont été calculées en vue de déterminer les performances du test rapide. La prévalence de la toxoplasmose par la technique de référence et le test rapide étaient respectivement de 48,9 % et 48,5 %. Cette prévalence était plus élevée chez les femmes plus âgées. Les performances du test ImmunoComb[®] Toxo IgG étaient les suivantes : sensibilité = 97 %, spécificité=100 %, VPP=100 %, VPN = 97,1 %. Pour le test ImmunoComb[®] toxo IgM, les performances étaient : Sensibilité = 33,3 %, Spécificité =100 %, VPP = 100 %, VPN = 99,2 %. La séroprévalence obtenue montre qu'environ la moitié de la population de l'étude n'est pas immunisée vis-à-vis de la toxoplasmose et nécessiterait un suivi sérologique régulier jusqu'à l'accouchement. Avec les résultats ainsi obtenus, et étant donné les besoins du diagnostic biologique dans un contexte de proportion non négligeable du nombre de femmes non immunisées, ce test pourrait être préconisé dans le diagnostic biologique de la toxoplasmose à des niveaux périphériques de la pyramide sanitaire surtout pour

la détection des IgG. Par contre pour les IgM, une autre politique de dépistage devrait être associée.

Mots clés Toxoplasmose · Femme enceinte · ImmunoComb[®] Toxo · Sérologie · Test de diagnostic rapide · IgG · IgM · Séroconversion · Hôpital · Cotonou · Bénin · Afrique intertropicale

Abstract The aim of the study was to evaluate the performance of the ImmunoComb[®] Toxo IgG and ImmunoComb[®] Toxo IgM assays (rapid diagnostic test) in the laboratory diagnosis of toxoplasmosis in pregnant women in Cotonou. We interviewed 266 pregnant women, who first answered an epidemiological questionnaire, and collected blood samples for measurement of IgG and IgM anti *T. gondii* antibodies with the ImmunoComb toxo assays and with the ARCHITECT CIMA method. The sensitivity, specificity, positive predictive values (PPV) and negative predictive values (NPV) were calculated to determine the performance of the rapid test. The seroprevalences of IgG against *T. gondii* by CIMA technique and rapid test were respectively 48.9% and 48.5%. The prevalence increased with age. Performances for IgG were: sensitivity 97%, specificity 100%, PPV 100%, NPV = 97.10%. For IgM, Sensitivity: 33.3% Specificity: 100%, PPV 100%, NPV = 99.2%. Seroprevalence obtained shows that about half of the study population is not immune against *T. gondii* and requires regular serological monitoring until delivery. According to these results, and given the needs of toxoplasmosis diagnosis on the field characterized by an important decrease of immunized women, this test may be recommended in the laboratory diagnosis of toxoplasmosis in peripheral levels of the health pyramid.

A. Ogouyèmi-Hounto (✉) · F. Agbayahoun-Chokki · Y. Sissinto Savi de Tove · B. Biokou Bankole · V. Adinsi de Souza · M. Assogba · D. Kinde-Gazard · A. Massougbdji
06 BP1372 Cotonou, Bénin
e-mail : aureorefel@yahoo.fr

Keywords Toxoplasmosis · Pregnant woman · ImmunoComb[®] Toxo · Serology · Rapid diagnosis test · IgG · IgM · Seroconversion · Hospital · Cotonou · Benin · Sub-Saharan Africa

Introduction

La toxoplasmose est une maladie parasitaire due à un protozoaire intracellulaire : *Toxoplasma gondii* (*T. gondii*). C'est une parasitose souvent négligée pour sa bénignité. La gravité de la toxoplasmose se retrouve surtout chez le fœtus lorsque la femme enceinte non immunisée fait une toxoplasmose au cours de la grossesse avec possibilité de transmission des formes végétatives au fœtus et risque de toxoplasmose congénitale. Plusieurs études ont montré une proportion de plus en plus importante de femmes enceintes non immunisées dans le monde, au Nigéria, au Brésil, en Italie, en Chine, au Danemark, [1,2,5,8,10,11,15]. Ce phénomène pourrait s'expliquer par l'amélioration des conditions de vie et alimentaires qui limite le contact avec le parasite. Dans les populations, à faible niveau d'instruction et à niveau socio économique bas, la présence de Félicidés, notamment de chats, et la consommation de viande peu cuite sont des facteurs associés à l'infection par *T. gondii* [2-4,11,20]. Au Bénin, les études non publiées portant sur la séroprévalence de la toxoplasmose ont montré une diminution progressive de cette séroprévalence en 1997, 2003 et 2010, avec respectivement des taux de 64,74 %, 51,08 % et 43 %. Au vu de tout ce qui précède, le dépistage précoce des femmes enceintes devient plus que nécessaire. Malheureusement, le diagnostic biologique de la toxoplasmose n'est disponible que dans les hôpitaux et les grandes cliniques privées ayant les moyens de réaliser des techniques Elisa et disposant des automates nécessaires. Or ces techniques ne sont pas toujours faciles à réaliser, nécessitant des équipements lourds avec des contraintes de conservation de réactifs et un temps de manipulation relativement long. Par ailleurs, le coût n'est pas toujours à la portée de toutes les femmes, limitant ainsi l'accès au diagnostic et à un suivi éventuel en cas de sérologie négative.

C'est pourquoi, nous nous sommes intéressés à un test rapide, peu coûteux (3 euros le test, contre 15 euros pour les dosages avec les automates ou les chaînes Elisa) ne nécessitant pas de lourds équipements, appelé ImmunoComb[®] Toxo IgG et ImmunoComb[®] Toxo IgM. L'objectif de cette étude était d'évaluer les performances de ce test par rapport à la technique CIMA de l'automate Architect pour le diagnostic biologique de la toxoplasmose chez les femmes enceintes à l'Hôpital de la mère et de l'enfant Lagune (HOMEL).

Patients et méthodes

Cette étude a été réalisée au laboratoire de parasitologie-mycologie de l'HOMEL de Cotonou de janvier à août 2012. L'HOMEL est un établissement sanitaire public à caractère social qui comporte plusieurs services dont le ser-

vice de consultation prénatale qui reçoit environ 600 femmes enceintes par mois. La sérologie toxoplasmique est demandée en consultation prénatale à toute femme enceinte ne connaissant pas son statut sérologique quel que soit son niveau économique. L'étude a porté sur les femmes enceintes, quel que soit leur âge, suivies au cours de la période d'étude et qui répondaient aux critères suivants :

- avoir une prescription de sérologie toxoplasmique ;
- résider à Cotonou depuis 6 mois au moins ;
- avoir donné son consentement éclairé pour l'étude.

Une fois la femme incluse, un interrogatoire a été réalisé en vue de recueillir les informations sur l'âge et la résidence. Il a été réalisé ensuite un prélèvement veineux dans un tube vacutainer à gel pour le dosage des anticorps anti *T. gondii* IgG et IgM. Après centrifugation, une partie du sérum a servi pour le dosage par l'automate tandis que l'autre partie a été utilisée pour la réalisation du test rapide ImmunoComb[®]. Les femmes séronégatives étaient suivies tous les mois jusqu'à l'accouchement par les deux techniques. Quant aux femmes séropositives, elles étaient prélevées trois semaines après pour une sérologie de confirmation.

La technique de référence dans cette étude est le dosage immunologique microparticulaire réalisé grâce à un automate à chimiluminescence (CIMA) de marque Architect (ABBOTT Diagnostics). C'est un automate d'immunoanalyse utilisé pour la détermination quantitative des anticorps IgG ou IgM anti *T. gondii* dans le sérum ou le plasma humain. Son principe est basé sur une réaction antigène anticorps révélée par un conjugué par chimiluminescence. Les résultats possibles sont les suivants.

Pour les IgG : les taux inférieurs à 1,6 UI/ml sont considérés comme négatifs. Les résultats compris entre 1,6 et 3,0 UI/ml sont considérés comme douteux. Les résultats supérieurs ou égaux à 3,0 UI/ml sont considérés comme positifs. Pour les IgM : les échantillons dont l'index est inférieur à 0,50 sont considérés comme négatifs, les index entre 0,50 et 0,60 sont douteux. Les échantillons dont l'index est supérieur ou égal à 0,60 sont considérés comme positifs [12]. En cas de résultats douteux pour les deux anticorps, l'analyse est reprise et si le résultat est identique, le prélèvement est écarté de l'étude.

La trousse ImmunoComb[®] Toxo IgG ou IgM (laboratoires Organics) est un test rapide pour la détection semi quantitative des anticorps dirigés contre *T. gondii* dans le sérum et le plasma humain. Le complexe immun est révélé par le conjugué, en présence d'un composé chromogénique sous forme de spots gris, gris-bleu à la surface des dents du peigne [13].

Un spot présentant une intensité supérieure ou égale à l'intensité du spot du contrôle positif indique un résultat positif, c'est-à-dire la présence d'anticorps IgG ou IgM anti *T. gondii* dans l'échantillon testé. L'absence de spot ou un

spot présentant une intensité très inférieure à l'intensité du spot du contrôle positif indique l'absence d'un taux détectable d'anticorps IgG ou IgM anti *T. gondii* dans l'échantillon testé et donc un résultat négatif.

Pour chaque échantillon, le taux d'anticorps peut être évalué en comparant la coloration des spots inférieurs de chaque dent avec l'échelle des couleurs [13].

La trousse se conserve entre 2° et 8°C jusqu'à la date de péremption et à des températures égales ou inférieures à 30 °C pendant 48 heures.

Le protocole d'étude a été soumis au comité éthique de la FSS de Cotonou.

Analyse des données

Les résultats de la deuxième sérologie (confirmation) ont été utilisés pour l'analyse des données. La séroprévalence IgG de la toxoplasmose a été définie comme le nombre de femmes possédant les anticorps IgG anti *T. gondii* sur le nombre total de femmes prélevées. Celles pour lesquelles des anticorps IgG et IgM apparaissent en cours de suivi sont considérées comme des infections récentes.

Les indicateurs de performance, tels que la sensibilité, la spécificité et les valeurs prédictives (positives et négatives), ont été calculés. Le test de chi carré a été utilisé pour comparer les proportions. L'obtention d'une probabilité *p* inférieure ou égale à 0,05 était en faveur de l'existence d'un lien significatif entre les variables étudiées.

Résultats

Caractéristiques socio démographiques de la population d'étude

Au total, seulement 266 femmes âgées de 17 à 44 ans ont été incluses dans notre étude compte tenu des moyens financiers limités pour assurer la gratuité des tests. L'âge moyen était de 30 ans. La tranche d'âge de 25-34 ans représentait 59 % de la population. La majorité de la population d'étude soit 69,9 % résidait à Cotonou contre 30,1 % en zone périphérique.

Séroprévalence de la toxoplasmose par la technique CIMA

Cent trente femmes enceintes possédaient uniquement les anticorps IgG anti *T. gondii* dès la première sérologie avec une stabilité à la deuxième sérologie. Trois femmes enceintes (1,1 %) ont présenté les anticorps IgM anti *T. gondii* sans IgG à la première sérologie et les deux isotypes (IgM+IgG+) à la deuxième sérologie (tableau 1) confirmant une séroconversion. La séroprévalence de la toxoplasmose est donc de 50 %. Cent trente-trois femmes étaient négatives en IgM et IgG anti *T. gondii*, soit 50 % de femmes non immunisées.

Séroprévalence de la toxoplasmose par le test rapide ImmunoComb®

Cent vingt-huit femmes enceintes possédaient les anticorps IgG anti *T. gondii* seuls. Une seule femme enceinte parmi les 3 positives en IgM et IgG à la 2^e sérologie par la technique CIMA avait des anticorps IgM et IgG anti *T. gondii* par la technique ImmunoComb. La séroprévalence de la toxoplasmose est de 48,5 % sans différence significative avec la séroprévalence par CIMA (*p*>0,05). Cent trente-sept (137) femmes enceintes ne possédaient ni les anticorps IgG anti *T. gondii*, ni les anticorps IgM anti *T. gondii*, soit 51,5 % de femmes non immunisées. Cette séroprévalence est plus élevée chez les femmes d'âge compris entre 35 et 44 ans (*p*<0,01) avec 59,1 % à CIMA et 58,7 % au test rapide. Elle est également plus importante chez les femmes vivant en périphérie de Cotonou avec 58,8 % à CIMA et 59 % au test rapide. Contre 44 % au centre de Cotonou avec *p*=0,04.

Performance IgG et IgM du test rapide

Le tableau 2 montre les performances de ImmunoComb toxo IgG et ImmunoComb toxo IgM. Pour les anticorps IgG, nous trouvons : sensibilité : 97 %, spécificité : 100 %, VPP : 100 %, VPN : 97,1 %. Pour les anticorps IgM : sensibilité : 33,3 %, spécificité : 100 %, VPP : 100 %, VPN : 99,2 %. Quatre échantillons faiblement positifs au test de référence (3,3 UI/ml, 4,7UI/ml, 6,5 UI/ml, et 7,0 UI/ml) étaient négatifs en ImmunoCombs® pour les IgG et deux échantillons faiblement positifs pour les IgM (0,9 index, 1,2 index) au

Échantillon	Résultat CIMA			Résultat ImmunoComb		
	IgM	IgG (1 ^{re} sérologie)	IgG (2 ^e sérologie)	IgM	IgG (1 ^{re} sérologie)	IgG (2 ^e sérologie)
N°1	0.9	Nég	59.2 UI/ml	Nég	Nég	Nég
N°2	1.2	Nég	85.4 UI/ml	Nég	Nég	Nég
N°3	2.8	Nég	105.6 UI/ml	Pos	Nég	Pos

Tableau 2 Performance des tests ImmunoComb® Toxo IgG et ImmunoComb® Toxo IgM / *Performance of ImmunoComb® Toxo IgG and ImmunoComb® Toxo IgM tests.*

Résultats CIMA IgG			
Résultats	Positifs	Négatifs	Total
ImmunoComb® IgG			
Positifs	129	0	129
Négatifs	4	133	137
Total	133	133	266
Résultats CIMA IgM			
Résultats	Positif	Négatif	Total
ImmunoComb® IgM			
Positifs	1	0	1
Négatifs	2	263	265
Total	3	263	266

test de référence étaient négatifs au test immunoComb® pour les IgM (voir tableau 1). Par ailleurs, 10 sérums positifs testés 3 fois se sont révélés toujours positifs confirmant ainsi la reproductibilité de ce test.

Discussion

Au Bénin, le diagnostic de la toxoplasmose est réalisé par différentes techniques (Elisa, technique automatisée) surtout dans les hôpitaux et les grandes cliniques privées, alors que les formations sanitaires périphériques qui représentent une bonne partie des structures sanitaires du pays ont du mal à réaliser cette analyse. De plus, le coût élevé de cette analyse ne permet pas à toutes les femmes enceintes de la réaliser. En général, après la prescription et les renseignements sur le coût, les femmes n'ayant pas les moyens ne viennent pas au laboratoire. N'eut été la gratuité décrétée pendant l'étude (achat de réactifs par les enquêteurs dont certains travaillent dans le laboratoire d'analyses où s'est déroulée l'étude) pour des femmes ayant une prescription de sérologie toxoplasmique au cours de la période d'étude, nous n'aurions pas eu ce nombre de femmes dans notre échantillon. La présente étude décrit les performances d'un test rapide, simple, peu coûteux et facile à réaliser pour détecter les IgM et les IgG anti *T. gondii*. La forte représentativité des femmes de la tranche d'âge de 25 à 34 ans dans notre étude est due au fait qu'elle constitue une période de forte activité génésique. Par ailleurs, cette étude montre qu'environ la moitié des femmes était immunisée contre la toxoplasmose, l'autre moitié étant donc exposée au risque d'une séroconversion possible pendant la grossesse avec ses conséquences sur le fœtus. Ce taux de séroprévalence obtenu dans notre étude se rapproche de celui rapporté pour Cotonou en 1995 par Rodier et al [19] (53,6 %) et de ceux d'autres études non publiées réalisées au

cours des mémoires de formation au Bénin (Kassehin en 2003 : 51,1 % ; Acakpo et al en 2010 : 43 %). Ce taux se rapproche également de ceux d'autres études dans le monde [1,11,14,16,17,21] avec cependant des taux plus faibles notés chez les femmes enceintes en Chine (10 %) [8] au nord du Brésil (33,1 %) [2], en Italie (21,5 %) [5], au Danemark (27,4 %) [10], à Varsovie (Pologne) (35,81 %) [15]. Ces différents résultats montrent que la séroprévalence peut varier d'un pays à un autre et même parfois à l'intérieur d'un même pays surtout en passant d'une zone urbaine à une zone rurale. Car comme le montre notre étude qui se rapproche de celle de Lopes et al [11] au Brésil où la séroprévalence était plus élevée (58,3 %) chez les femmes vivant en zone rurale, la séroprévalence était significativement plus élevée chez les femmes enceintes vivant en périphérie de Cotonou. Le fait que la séroprévalence augmente avec l'âge comme l'ont démontré plusieurs études [2,6,7,9,11,18] implique une exposition plus forte des jeunes femmes au risque de contracter la maladie pendant la grossesse. Ces différents constats nous interpellent quant à la nécessité de rendre accessible le diagnostic biologique de la toxoplasmose à toutes les femmes enceintes quel que soit leur niveau socioéconomique afin de détecter les femmes non immunisées devant faire l'objet de suivi au cours de la grossesse. Ce suivi permettra de détecter précocement les séroconversions pour une prise en charge précoce afin d'éviter la toxoplasmose congénitale.

Avec une sensibilité supérieure à 95 % et une spécificité à 100 % pour les IgG, le test ImmunoComb® toxo IgG répond aux recommandations de l'OMS en ce qui concerne les tests rapides. Sa spécificité permet ainsi d'atteindre l'objectif qui est de détecter les femmes immunisées qui sont ainsi rassurées en début de grossesse et les femmes non immunisées auxquelles les mesures hygiéno-diététiques doivent être données pour éviter la contamination en cours de grossesse. En effet une contamination en cours de grossesse fait appel à un traitement adéquat de la femme durant toute la grossesse avec un suivi échographique et un dépistage du nouveau-né à la naissance. En cas de toxoplasmose congénitale, le nouveau-né devra faire également l'objet d'un traitement. En ce qui concerne les performances du test de diagnostic rapide pour la détection des anticorps IgM, la sensibilité se révèle être très faible probablement à cause du nombre très faible d'échantillons positifs aux IgM dans notre étude. D'autres études avec un nombre plus important d'échantillons positifs en IgM pourraient permettre d'avoir une meilleure visibilité sur la sensibilité de ce test vis à vis des IgM précoces. Ceci est d'autant plus important que la séroconversion (IgG retrouvés sur la 2^e sérologie) n'a pas été détectée dans deux cas sur trois avec la technique ImmunoComb. D'où l'importance de confirmer cette sensibilité par rapport aux IgM et surtout aux IgM de début d'infection, car si cette faible sensibilité se confirmait, l'utilisation d'un tel test

devrait certainement être couplée à une autre stratégie permettant de détecter les infections récentes qui justifient surtout une prise en charge rapide. Cependant, vu le taux d'IgM positifs (de début de séroconversion) relativement faible au test de référence dans la population d'étude, la prévalence d'infection récente dans la population peut être considérée comme moindre. L'utilisation du test de diagnostic rapide ImmunoComb offre donc beaucoup d'avantages dans le contexte béninois où la majeure partie des femmes enceintes n'ont pas accès au diagnostic de la toxoplasmose. Elle permettra ainsi de détecter les femmes enceintes non immunisées qui pourront être suivies et à qui pourront être prodigués des conseils d'hygiène. Ainsi, le coût relativement abordable de ce test ne nécessitant pas d'équipements lourds ni de formation particulière reste adapté à nos formations sanitaires peu équipées et aux ressources humaines limitées.

Conclusion

Cette étude montre une bonne performance du test ImmunoComb® toxo IgG pour le diagnostic biologique de la toxoplasmose. Si pour les IgM, une étude sur un échantillon plus large est souhaitée, le très faible nombre de positifs pour cet isotype observé parmi les femmes enceintes par la technique de référence reste en faveur d'une possible utilisation de ce test en routine. Ainsi, vu le besoin et la nécessité de dépister précocement les femmes enceintes, ce test pourrait jouer un rôle dans le dépistage des femmes en début de grossesse surtout dans les formations sanitaires périphériques qui en ont largement besoin.

Conflit d'intérêt : les auteurs déclarent ne pas avoir de conflit d'intérêt

Références

1. Akinbami AA, Adewunmi AA, Rabiou KA, et al (2010) Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* antibodies amongst pregnant women at the Lagos State University Teaching Hospital, Nigeria. Niger Postgrad Med J 17(2):164–7
2. Barbosa IR, de Carvalho Xavier Holanda CM, de Andrade-Neto VF (2009) Toxoplasmosis screening and risk factors amongst pregnant females in Natal, northeastern Brazil. Trans R Soc Trop Med Hyg 103(4):377–82
3. Baril L, Ancelle T, Goulet V, et al (1999) Risk factors for Toxoplasma infection in pregnancy: a case-control study in France. Scand J Infect Dis 31(3):305–9
4. Cook AJ, Gilbert RE, Buffolano W, et al (2000) Sources of Toxoplasma infection in pregnant women: European multicentre case-control study. European Research Network on Congenital Toxoplasmosis. BMJ 321(7254):142–7
5. De Paschale M, Agrappi C, Clerici P, et al (2008) Seroprevalence and incidence of *Toxoplasma gondii* infection in the Legnano area of Italy. Clin Microbiol Infect 14(2):186–9
6. Desmots G (1960) Diagnostic sérologique de la toxoplasmose. Pathol Biol 8:109–25
7. Ertug S, Okyay P, Turkmen M, Yuksel H (2005) Seroprevalence and risk factors for toxoplasma infection among pregnant women in Aydin province, Turkey. BMC Public Health 5:66
8. Gao XJ, Zhao ZJ, He ZH, et al (2012) *Toxoplasma gondii* infection in pregnant women in China. Parasitology 139(2):139–47
9. Jones JL, Kruszon-Moran D, Wilson M, et al (2001) *Toxoplasma gondii* Infection in the United States: Seroprevalence and Risk Factors. Am J Epidemiol 154(4):357–65
10. Lebech M, Larsen SO, Petersen E (1993) Prevalence, incidence and geographical distribution of *Toxoplasma gondii* antibodies in pregnant women in Denmark. Scand J Infect Dis 25(6):751–6
11. Lopes FM, Mitsuka-Breganó R, Gonçalves DD, et al (2009) Factors associated with seropositivity for anti-*Toxoplasma gondii* antibodies in pregnant women of Londrina, Paraná, Brazil. Mem Inst Oswaldo Cruz 104(2):378–82
12. Manuel technique Architect Toxo IgG, Toxo IgM
13. Manuel technique ImmunoComb Toxo IgG, Toxo IgM
14. Mioranza Sde L, Meireles LR, Mioranza EL, Andrade Júnior HF (2008) Serological evidence of acute *Toxoplasma gondii* infection in pregnant women in Cascavel, Paraná. Rev Soc Bras Med Trop 41(6):628–34 [article en portugais]
15. Niemiec KT, Raczynski P, Markiewicz K, et al (2002) The prevalence of *Toxoplasma gondii* infection among 2016 pregnant women and their children in the Institute of Mother and Child in Warsaw. Wiad Parazytol 48(3): 293–99 [article en polonais]
16. Nowakowska D, Slaska M, Kostrzewska E, Wilczyński J (2001) Anti *T. gondii* antibody concentration in sera of pregnant women in the sample of Łódź population. Wiad Parazytol 47(1):83–9 [article en polonais]
17. Nowakowska D, Stray-Pedersen B, Spiewak E, et al (2006) Prevalence and estimated incidence of Toxoplasma infection among pregnant women in Poland: a decreasing trend in the younger population. Clin Microbiol Infect 12(9):913–7
18. Ouologuem DT, Djimdé AA, Diallo N, et al (2013) *Toxoplasma gondii* seroprevalence in mali. J Parasitol 99(2):371–4
19. Rodier MH, Berthonneau J, Bourgoin A, et al (1995) Seroprevalences of Toxoplasma, malaria, rubella, cytomegalovirus, HIV and treponemal infections among pregnant women in Cotonou, Republic of Benin. Acta Trop 59(4):271–77
20. Sroka S, Bartelheimer N, Winter A, et al (2010) Prevalence and risk factors of toxoplasmosis among pregnant women in Fortaleza, Northeastern Brazil. Am J Trop Med Hyg 83(3):528–33
21. Valcavi PP, Natali A, Soliani L, et al (1995) Prevalence of anti-*Toxoplasma gondii* antibodies in the population of the area of Parma (Italy). Eur J Epidemiol 11(3):333–7