

Les mariages consanguins et conséquences sur la santé des nouveau-nés dans la région de Souss Massa au Maroc

Consanguineous marriages and consequences on the health of newborns in the Souss Massa region in Morocco

Karim Bouadil et Saïd El Madidi

Biométrie et Bio-ressources. Laboratoire BVRN, Faculté des Sciences, Université Ibn Zohr. Agadir. Maroc

Correspondance : Saïd El Madidi. s.elmadidi@uiz.ac.ma

Mots clés : consanguinité, malformations congénitales, faible poids à la naissance, Souss Massa, Maroc.

Keywords: Consanguinity, Congenital malformations, Low birth weight, Souss Massa, Morocco.

Résumé

Le matériel de cette étude était composé de 3640 nouveau-nés dans le service maternité et de néonatalogie, hôpital Hassan II, Agadir, Maroc pendant la période d'avril 2016 à avril 2018. De tous les nouveau-nés, 715 (19,64%) étaient issus de mariages consanguins et le coefficient moyen de consanguinité était de 0,012. Les mariages entre cousins germains sont les plus courants parmi les autres types d'unions consanguines. Une augmentation significative des mariages consanguins a été observée en relation avec un âge maternel précoce, un faible niveau d'éducation et dans les zones rurales de résidence. La prévalence des malformations congénitales était de 4,53% (165 cas) et elles étaient plus fréquemment observées chez les consanguins (7,69%) par rapport aux non-consanguins (3,76%). Dans le groupe des nouveau-nés atteints, la consanguinité est présente dans 58 (35,15%) cas tandis que dans le groupe des non-affectés il y en a 657 (18,9%). Une association marquée a été trouvée entre la consanguinité et les anomalies congénitales ($p < 0,001$, OR: 3,08, IC à 95%: 1,92 - 4,94) et avec un faible poids à la naissance ($p = 0,0376$, OR: 1,33, 95 % CI: 1,02 - 1,74).

Abstract

The material of this study consisted of 3640 newborns in the neonatology section, Maternity Hassan II Hospital, Agadir, Morocco during the period from April 2016 to April 2018. Of all newborns, 715 (19,64 %) were from consanguineous marriages and the mean coefficient of inbreeding for the present study was 0.012. The marriages between first cousins are the most common among the other types of consanguineous unions. A significant increase in consanguineous marriages has been observed in relation to an early maternal age, low level of education and in rural areas of residence. The prevalence of congenital malformations was 4.53% (165 cases) and they were more frequently observed in consanguineous (7.69%) compared to non-consanguineous (3.76%). In the group of newborns affected, consanguinity is present in 58 (35.15%) cases while in the group of non-affected there are 657 (18.9%). A marked association was found between consanguinity and congenital anomalies (p-value <0.001, OR: 3.08, 95% CI: 1.92 - 4.94), and with low birth weight (p-value = 0,0376, OR : 1.33, 95% CI : 1.02 - 1.74).

Introduction

On estime que globalement un cinquième de la population mondiale vit dans des sociétés où les mariages consanguins sont une coutume courante (Hamamy, 2012; Modell et Darr, 2002) et les mariages consanguins avec ($F \geq 0,0156$) représentent environ 10% de la population mondiale et la mortalité des descendants de cousins germains est 3,5% plus élevée que celle des descendants non-consanguins (Bittles et Black, 2010). Les taux de consanguinité varient d'une population à l'autre selon la religion, la culture et la géographie. Les taux de consanguinité peuvent varier au sein des populations et entre elles en raison de l'influence de nombreux facteurs, notamment la culture, la géographie, l'appartenance ethnique et la religion. Il existe une longue tradition de mariage consanguin dans de nombreuses communautés à travers le monde et la consanguinité est un type d'accouplement profondément enraciné dans plusieurs populations à travers le monde. Les taux les plus élevés de mariages consanguins sont observés au Moyen-Orient et en Asie du Sud-Est, suivis de l'Afrique du Nord et de l'Afrique subsaharienne (Bittles et Black, 2010; Dahdouh *et al.*, 2016). L'augmentation du taux de consanguinité conduit ainsi à une augmentation de l'homozygotie dans les gènes et génomes des individus, ce qui augmente la fréquence des troubles autosomiques récessifs dans la population. De plus, la consanguinité peut être impliquée dans l'augmentation de la fréquence des maladies complexes et des troubles génétiques (Bener et Mohammad, 2017; Shieh, *et al.*, 2012; Romdhane *et al.*, 2019). Les anomalies congénitales sont une cause importante de mortalité néonatale et doivent donc être considérées comme un problème majeur de santé publique. Le modèle et la prévalence des anomalies congénitales peuvent varier avec le temps ou selon l'emplacement géographique. Selon plusieurs études, la prévalence rapportée des malformations congénitales majeures dans différentes populations du monde entier a montré des variations considérables et varie de moins de 1% à 8% (Garne *et al.*, 2005; Singh *et al.*, 2014).

Plusieurs études ont permis d'estimer le taux de consanguinité au Maroc, et ces taux varient en fonction de la région, de la période et de la taille de l'échantillon. La prévalence de la consanguinité au Maroc était de 15,25% avec un coefficient de consanguinité moyen de 0,0065 (Jaouad *et al.*, 2009). Dans les vallées du Haut-Atlas, 28% des mariages sont consanguins (Cherkaoui *et al.*, 2005). Dans la population du nord du Maroc, le pourcentage de mariages consanguins était de 24,37% (Ossmani *et al.*, 2018), il est encore plus faible par rapport au pourcentage enregistré (39%) par une étude sur la population de Tanger-Tétouan avec un coefficient de consanguinité moyen de 0,02033 (Hardouz *et al.*, 2014). Selon une étude menée par le Haut Commissariat au Plan, le taux de mariage consanguin est passé de 33% en 1987 à 21% en 2010. Dans la région de Gharb-Chrarda-Beni Hssen, le taux de consanguinité enregistré était de 22,8% (Hami *et al.*, 2006). Ces différentes valeurs suggèrent que la consanguinité concerne en moyenne le cinquième de la population marocaine. Ce taux moyen de consanguinité malgré le fait qu'il soit relativement faible par rapport aux taux de consanguinité enregistrés dans d'autres pays de culture arabo-musulmane reste préoccupant en tant que facteur de risque important pour la mortalité et les problèmes de santé.

Matériels et méthodes

Collecte de données

Il s'agit d'une étude cas-témoins qui a été réalisée dans le service de pédiatrie et de néonatalogie de l'hôpital Hassan II d'Agadir. La population de l'étude est constituée de 3640 nouveau-nés admis au service de néonatalogie d'avril 2016 à avril 2018. L'équipe de cette étude a travaillé dans le service néonatal de l'hôpital 3 jours par semaine et les nouveau-nés inclus dans cette étude sont ceux dont les parents ont coopéré volontairement et pleinement pour répondre aux différentes questions de l'enquête par questionnaire. Pour chaque nouveau-né le poids a été mesuré et un questionnaire est rempli comprenant des informations relatives aux facteurs biologiques, économiques et sociaux, y compris l'âge maternel, le lieu de résidence, le niveau d'éducation et le niveau socio-économique. Les types de malformations congénitales ont été classés selon les codes de la Classification internationale des maladies (CIM-10). Le diagnostic des anomalies congénitales repose sur l'évaluation clinique du nouveau-né par le pédiatre et d'autres méthodes d'investigation appropriées telles que la radiographie, l'échographie, l'échocardiographie, etc.

Données de consanguinité

Les familles étaient considérées comme consanguines en cas de mariage entre cousins germains ou autres parents proches. En génétique clinique, un mariage consanguin est le plus souvent défini comme une union entre un couple apparenté comme cousins au second degré ou plus proches, équivalent à un coefficient de consanguinité F égal ou supérieur à 0,0156 (Bittles, 2001). Le coefficient de consanguinité (F) a été calculé pour chaque nouveau-né et le coefficient de consanguinité moyen (α) a été estimé selon la formule: $\alpha = \sum f_i F_i$ où (f_i) la proportion de chaque type de relation consanguine «i», et (F_i) le coefficient de consanguinité correspondant. Les mariages consanguins ont été classés en fonction du degré de parenté entre les couples: cousins germains ($F = 0,0625$), doubles cousins germains ($F = 0,125$), cousins issus de germains ($F = 0,0156$), demi cousins germains ou double cousins issus de germains ($F = 0,0313$).

Analyse des données statistiques

Les données recueillies ont d'abord été tabulées dans Microsoft Excel et les statistiques de base ont été compilées à partir des données de base. Les analyses d'associations significatives ont été effectuées à l'aide du test du khi-deux et le calcul l'odds ratio (OR). Les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide d'IBM SPSS Statistics version 24 (IBM Corp), R pour Windows version 3.5.3 (R Core Team).

Résultats

La figure 1 montre la répartition géographique des lieux de résidence des mères des nouveau-nés inclus dans cette étude. Sur les 3640 familles, 96% sont domiciliées dans la région du Souss Massa avec 42% sont de la ville d'Agadir et 47% de la ville d'Inezgane et les villes de Tiznit et Taroudant arrivent en troisième position avec un pourcentage de 3%. 2088 (57,36%) des couples de l'échantillon vivent en zone urbaine et 1552 (42,64%) ont leur domicile en zone rurale. Parmi tous les nouveau-nés, 715 (19,64%) étaient issus de mariages consanguins et le coefficient moyen de consanguinité (α) pour la présente étude était de 0,0119. L'examen des données sur les relations de parenté des parents de nouveau-nés a révélé que pour tous les mariages consanguins, 611 (85%) mariages ont été entre cousins germains, 64 (9%) entre cousins issus germains et 29 (4,1%) entre double cousins germains (Tableau 1).

Les caractéristiques sociodémographiques de la distribution des consanguins et non consanguins dans cette étude sont présentées dans le tableau 2. Parmi les 3640 nouveau-nés, 1831 sont des hommes (50,31%) et 1809 sont des femmes (49,69%) et aucune association significative n'a été trouvée entre la consanguinité et le genre. Une association significative a été trouvée entre le degré de consanguinité et l'âge maternel précoce (valeur $p = 0,024$) et aussi avec un faible niveau d'éducation de la mère ($p = 0,020$) et du père ($p = 0,0017$). La proportion de mariages consanguins parmi les femmes âgées de moins de 18 ans est de 25% alors qu'elle est de 19,23% pour celles dont l'âge est supérieur à 18 ans. La différence entre la proportion de mariages consanguins dans les zones

urbaines et rurales s'est avérée très significative ($p = 0.0003$). 1552 (42,64%) familles résidaient dans les zones rurales et 2088 (57,36%) dans les zones urbaines. Le degré de consanguinité en milieu rural était de 22,4% contre 17,58% en milieu urbain et le coefficient moyen de consanguinité estimé en milieu rural et urbain était respectivement de 0,01399 et 0,0102. Pour le niveau d'éducation de la mère, la proportion de mariages consanguins parmi les mères peu scolarisées était de 21,40% contre 18,30% pour les mères de niveau d'éducation élevé ou moyen. La même tendance a été observée pour le niveau d'instruction du père où une proportion significativement plus élevée de mariages consanguins est observée chez les pères de faible niveau (23,23%) par rapport à un niveau moyen ou élevé (18,56%).

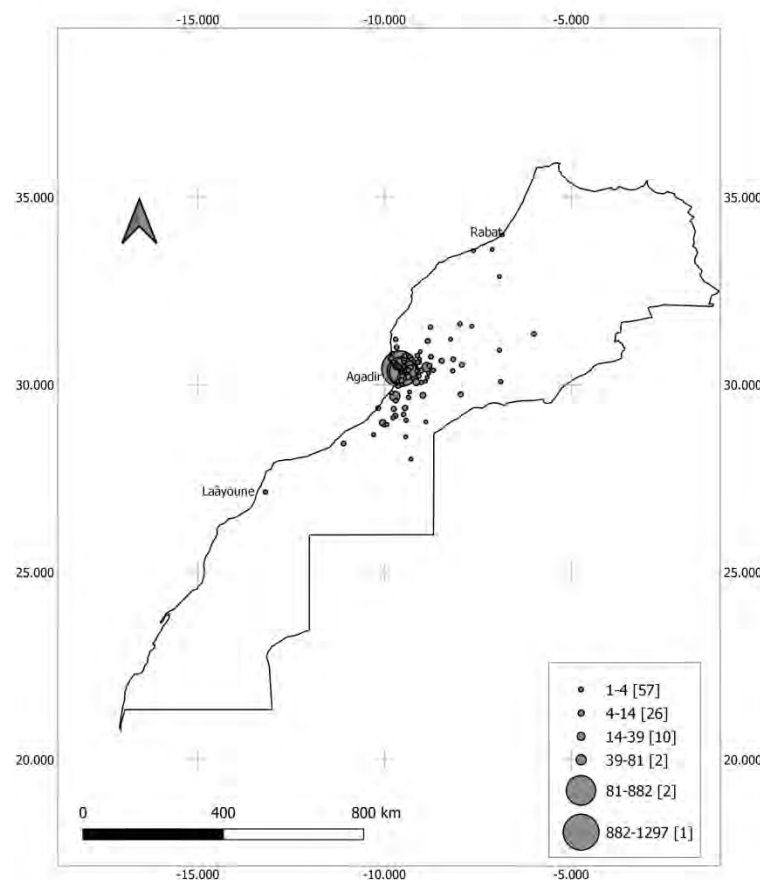


Figure 1. Répartition géographique des lieux de résidence des mères.
Figure 1. Geographical distribution of the places of residence of mothers.

Type de mariage	F	N	f
Cousins germains	0,0625	611	85,5%
Cousins issus de germains	0,0156	64	9,0%
Double cousins germains	0,125	29	4,1%
Demi-cousins germains	0,03125	7	1,0%
Double cousins issus de germains	0,03125	4	0,6%
Consanguins	715		
Non consanguins	2925		
Coefficient moyen de consanguinité	0,0119		

Tableau 1. Distribution de fréquences des différents types de mariages consanguins

F: coefficient de consanguinité, N: effectif, f: fréquence relative

Table 1. Frequency distribution of the different types of consanguineous marriages

F: coefficient of consanguinity, N: number, f: relative frequency

Les résultats de la comparaison de la prévalence des anomalies congénitales et pour le faible poids à la naissance chez les consanguins et non consanguins sont présentés dans le tableau 3. Les anomalies congénitales ont été observées plus fréquemment (7,69%) chez les consanguins et (3,76%) chez les non consanguins. Une liaison très hautement significative a été observée entre le niveau de consanguinité de l'enfant et la survenue des malformations congénitales ($p\text{-value} < 0.001$, OR : 3.08,

95% CI : 1.92 - 4.94). Parmi les nouveaux nés, 321 avaient un poids de naissance inférieur à 2500g soit une prévalence du faible poids de naissance de 8,69 % avec un intervalle de confiance à 95 % allant de 7,78% à 9,60%. Cette prévalence était plus importante chez les consanguins (12,2 %) que chez les non consanguins (8,9 %). Une liaison significative a été constatée entre le niveau de consanguinité et le faible poids à la naissance (p-value = 0,0376, OR : 1.33, 95% CI : 1.02 - 1.74).

Caractéristiques		N	f (%)	C	NC	kh ²	p-value
Gendre	Mâles	1831	50,31	366	1465	0,279	0,587
	Femelles	1809	49,69	349	1460		
L'âge de la mère	<18	260	7,14	65	195	5,09	0,024
	18-35	2972	81,64	561	2411		
	>35	408	11,21	89	319		
Lieu de résidence	Rural	1532	42,09	348	1204	13,24	0,0003
	Urbain	2108	57,91	367	1721		
Niveau d'éducation de la mère	Faible	1575	43,27	337	1238	5,041	0,020
	Moyen	1778	48,84	324	1454		
	Élevé	287	7,89	54	233		
Niveau d'éducation du père	Faible	904	24,84	210	694	9,505	0,0017
	Moyen	2151	59,09	402	1749		
	Élevé	585	16,07	103	482		
Niveau socio-économique	Faible	1297	35,63	250	1047	1,650	0,438
	Moyen	2268	62,3	446	1822		
	Élevé	75	2,07	19	56		

Tableau 2. Caractéristiques sociodémographiques selon la consanguinité des nouveau-nés

C : consanguins, NC : non consanguins, kh² : valeur de khi-deux, N : effectif, f (%) : fréquence relative et p-value : la valeur p du test

Table 2. Sociodemographic characteristics according to the consanguinity of newborns

C: consanguineous, NC: non-consanguineous, kh²: chi-square value, N: effective, f (%): relative frequency and p-value: the p-value of the test

	C	NC	OR	95 % IC	P
Malformations congénitales	55	110	3,08	1,92 - 4,94	< 0,0001
Faible poids à la naissance	78	243	1,33	1,02 - 1,74	0,0376

Tableau 3. Comparaison consanguins et non consanguins. C: consanguins, NC: non consanguins, OR : Odds Ratio, 95% IC : intervalle de confiance à 95% de OR et P-value: la valeur p du test

Table 3. Consanguineous and non-consanguineous comparison. C: consanguineous, NC: non-consanguineous, OR: Odds Ratio, 95% CI: 95% confidence interval of OR and P: the p-value of the test

Discussion

Les mariages entre individus d'une même famille sont restés fréquents dans le monde arabo-musulman, où les traditions et les motivations de nature sociale, culturelle et économique ont le plus souvent guidé les candidats au mariage vers un choix matrimonial au sein de la famille, la tribu, ce qui a établi l'endogamie et a augmenté le taux de consanguinité. Les mariages consanguins entre cousins germains sont les plus courants parmi les autres types d'unions consanguines et ils représentent 85% des mariages consanguins et 16,8% de tous les mariages. La forte proportion de mariages entre cousins germains observée dans cette étude est cohérente avec les résultats d'autres études qui indiquent que ce type d'union est le mariage le plus préféré dans certaines sociétés qui apprécient et encouragent ce type d'union. Récemment, une étude sur des enfants atteints d'hémoglobinopathies au Maroc a révélé que les mariages entre cousins germains constituaient 82,02% de tous les mariages consanguins et 24,33% de tous les mariages (Laghmich *et al.*, 2019). Une étude menée pour étudier la fréquence et le modèle des accouplements consanguins en Égypte en utilisant une approche transversale incluant 10000 couples non sélectionnés résidant dans trois gouvernorats a révélé que le taux de mariages consanguins est élevé en Égypte (35,3%), en particulier parmi les cousins germains qui représentent 86% des mariages consanguins (Shawky *et al.*, 2011). Dans l'est de la Turquie, 75% des familles consanguines avaient une consanguinité de premier rang (Akbayram *et al.*, 2009). Au Yémen, les mariages entre cousins germains constituent 71,6% du total des mariages consanguins et 32% de tous les mariages (Gunaid *et al.*, 2004).

Le taux de mariages consanguins chez les femmes de moins de 18 ans était significativement plus élevé que chez les plus de 18 ans. Certaines études ont également fait état d'une association

significative entre le jeune âge des femmes et la prévalence de la consanguinité (Hussain et Bittles, 2004; Shawky *et al.*, 2011; Islam *et al.*, 2018). Le faible âge des femmes a souvent été cité comme un facteur lié à des taux élevés de consanguinité ce qui peut s'expliquer par le fait que plus femmes se marient très jeunes, plus elles sont susceptibles d'accepter la forme de mariage consanguin par rapport aux femmes plus âgées. Dans les Territoires palestiniens, une étude a indiqué que les femmes mariées plus jeunes vivaient principalement dans des mariages consanguins, ce qui montre une tendance d'association élevée entre consanguinité et une diminution de l'âge au mariage (Assaf et Khawaja, 2009). La prévalence des mariages consanguins était plus élevée chez les résidents en milieu rural (22,4%, $\alpha = 0,01399$) que chez leurs homologues urbains (17,58%, $\alpha = 0,0102$). Selon plusieurs études, le lieu de résidence, selon qu'il est urbain ou rural, apparaît comme un facteur déterminant pour les mariages consanguins et ont indiqué que la prévalence des mariages consanguins et la consanguinité étaient significativement plus élevées en milieu rural par rapport à celles en milieu urbain (Othman et Saadat, 2009; Hosseini-Chavoshi *et al.*, 2014). Pour une étude réalisée au Maroc pour analyser l'impact de différents facteurs socioculturels sur le choix du mariage consanguin parmi les couples étudiés et leurs parents, a indiqué que la résidence en milieu rural avant le mariage a un effet très significatif sur le choix du mariage consanguin dans les deux générations (Zhour *et al.*, 2016).

Sur la base du statut du niveau d'éducation des parents, nos données ont montré que les mariages consanguins augmentaient de manière significative chez les parents à faible niveau. En Jordanie, un niveau d'éducation plus élevé des maris est apparu comme un prédicteur significatif du déclin de la consanguinité (Islam, 2018). Une étude menée en Amérique latine sur les anomalies congénitales et la consanguinité a montré que le faible niveau d'éducation des parents était positivement associé à la consanguinité (Liascovich *et al.*, 2001). Pour étudier l'association entre le niveau d'éducation, le statut professionnel et la consanguinité, une étude a été menée conjointement sur deux grands ensembles de données en Tunisie et en Croatie. En Tunisie, l'association entre la consanguinité et à la fois le niveau d'éducation et le statut professionnel des parents était très significative, en Croatie, il y avait une tendance constante à l'augmentation de la prévalence de la consanguinité associée à un niveau d'éducation faible (Kerkeni *et al.*, 2006).

Une association positive significative a été constamment démontrée entre la consanguinité et la morbidité, et les anomalies congénitales avec une étiologie complexe mais qui semblent plus fréquentes dans les familles consanguines et associée à une grande probabilité de récurrence (Bittles et Black, 2010). Dans la province orientale de l'Arabie saoudite, la consanguinité des parents était un facteur de risque significatif pour l'incidence du spina bifida et la consanguinité des parents a été retrouvée chez 89% des parents de spina bifida et seulement 67% chez témoins ($p < 0,0005$) (Murshid, 2000). Les enfants égyptiens atteints de maladies congénitales étaient significativement associés à une consanguinité parentale positive et les anomalies significativement associées comprenaient des anomalies de l'oreille, des anomalies oculaires, fente labiale, fente palatine et polydactylie (Settin *et al.*, 2008). Une étude conduite pour évaluer l'effet de la consanguinité sur le poids à la naissance des nouveau-nés au Liban, a révélé que la consanguinité était associée à une diminution du poids à la naissance de 1,8% (Mumtaz *et al.*, 2007). Les mariages consanguins étaient significativement associés à un accouchement de faible poids à la naissance (13,9% contre 10,1%), à un accouchement prématuré (19,9% contre 12,3%) et à des naissances avec anomalies congénitales (4,1% contre 0,8%) par rapport aux mariages non consanguins (Obeidat *et al.*, 2010). La consanguinité, le mariage entre parents apparentés, a été associée à des effets néfastes sur la santé des enfants, car elle augmente l'homozygotie des allèles récessifs. Il est établi que la consanguinité augmente l'incidence des erreurs innées du métabolisme dont la plupart sont autosomiques et aussi les troubles multifactoriels qui peuvent à leur tour affecter les résultats de la reproduction et avoir des conséquences sur la santé des nouveau-nés et leurs développement (Oniya *et al.*, 2019).

Conclusion

D'après cette étude, il a été montré que le degré de consanguinité dans cette région était d'environ 20%, ce qui est en accord avec celui estimé au niveau national avec une nette préférence pour les mariages entre cousins germains. La prévalence des mariages consanguins était associée au lieu de résidence rural, au faible niveau d'instruction et au faible âge de la mère. La consanguinité a

été associée à un risque accru d'anomalies congénitales et de faible poids à la naissance. La diminution de l'incidence de ces problèmes de santé nécessite une amélioration du niveau d'éducation avec de meilleures conditions sociales et une meilleure prise de conscience des risques de morbidité liées à la consanguinité.

Références bibliographiques

- Akbayram S., Sari N., Akgün C., Dogan M., Tuncer O., Caksen H., Öner, A. F. 2009. The frequency of consanguineous marriage in eastern Turkey. *Genetic Counseling*, 20(3), 207
- Assaf S., Khawaja M. 2009. Consanguinity trends and correlates in the Palestinian Territories. *Journal of Biosocial Science*, 41(1), 107.
- Bener A., Mohammad R. R. 2017. Global distribution of consanguinity and their impact on complex diseases: Genetic disorders from an endogamous population. *Egyptian Journal of Medical Human Genetics*, 18(4), 315-320.
- Bittles, A. H. 2001. Consanguinity and its relevance to clinical genetics. *Clinical genetics*, 60(2), 89-98.
- Bittles A. H., Black M. L. 2010. Consanguinity, human evolution, and complex diseases. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(suppl 1), 1779-1786.
- Cherkaoui M., Baali A., Larrouy G., Sevin A., Boëtsch G. 2005. Consanguinity, fertility of couples and mortality of children in the high Atlas population (commons of Anougal and Azgour, Marrakesh, Morocco). *International Journal of Anthropology*, 20(3), 199-206.
- CIM-10. 2008. Classification Statistique Internationale des Maladies et des Problèmes de Santé Connexes. <https://icd.who.int/browse10/2008/fr/#/>
- Dahdouh A., Taleb M., Blecha L., Benyamina A. 2016. Genetics and psychotic disorders: A fresh look at consanguinity. *European Journal of Medical Genetics*, 59(2), 104-110.
- Garne E., Loane M., Dolk H., De Vigan C., Scarano G., Tucker D., ... and Barisic I. 2005. Prenatal diagnosis of severe structural congenital malformations in Europe. *Ultrasound in Obstetrics and Gynecology: The Official Journal of the International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*, 25(1), 6-11.
- Gunaid A. A., Hummad N. A., Tamim, K. A. 2004. Consanguineous marriage in the capital city Sana'a, Yemen. *Journal of biosocial science*, 36(1), 111.
- Hamamy H. 2012. Consanguineous marriages. *Journal of Community Genetics*, 3(3), 185-192
- Hami H, Soulaymani A and Mokhtari A. 2006. Endogamie, Isonymie et Consanguinité dans la région du Gharb Chrarda Béni Hsen (Maroc). *Antropo*, vol. 11, 223-233.
- Hardouz, H., Hami, H., Mokhtari, A., Soulaymani, A., Sbai, L. 2014. Consanguineous marriages profile in the Tanger-Tetouan region in Morocco. *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, 9(6), 61-67.
- Hosseini-Chavoshi M., Abbasi-Shavazi M. J., Bittles, A. H. 2014. Consanguineous marriage, reproductive behaviour and postnatal mortality in contemporary Iran. *Human heredity*, 77(1-4), 16-25.
- Hussain R., Bittles, A. H. 2004. Assessment of association between consanguinity and fertility in Asian populations. *Journal of Health, Population and Nutrition*, 1-12.
- Islam M. M. 2018. The changing pattern and determinants of declining consanguinity in Jordan during 1990-2012. *Annals of human biology*, 45(2), 140-147.
- Jaouad I. Cherkaoui *et al.* 2009. Consanguineous marriages in Morocco and the consequence for the incidence of autosomal recessive disorders." *Journal of biosocial Science* 41.5, 575.
- Kerkeni E., Monastiri K., Saket B., Rudan D., Zgaga L., Ben Cheikh H. 2006. Association among education level, occupation status, and consanguinity in Tunisia and Croatia. *Croatian medical journal*, 47(4), 656-661.
- Laghmich A., Alaoui Ismaili F. Z., Zian Z., Barakat A., Ghailani Nourouti N., Bennani Mechita, M. 2019. Hemoglobinopathies in the North of Morocco: Consanguinity Pilot Study. *BioMed Research International*, 2019.
- Liascovich R., Rittler M., Castilla E. E. 2001. Consanguinity in South America: demographic aspects. *Human Heredity*, 51(1-2), 27-34.

- Modell B. and Darr A. 2002. Science and society: genetic counselling and customary consanguineous marriage. *Nat Rev Genet.*, 3, 225-229.
- Mumtaz G., Tamim H., Kanaan M., Khawaja M., Khogali M., Wakim G., Yunis, K. A. 2007. Effect of consanguinity on birth weight for gestational age in a developing country. *American Journal of Epidemiology*, 165(7), 742-752.
- Murshid W. R. 2000. Spina bifida in Saudi Arabia: is consanguinity among the parents a risk factor?. *Pediatric Neurosurgery*, 32(1), 10-12.
- Obeidat B. R., Khader Y. S., Amarin Z. O., Kassawneh M., Al Omari, M. 2010. Consanguinity and adverse pregnancy outcomes: the north of Jordan experience. *Maternal and child health journal*, 14(2), 283-289.
- Oniya O., Neves K., Ahmed B., Konje, J. C. 2019. A review of the reproductive consequences of consanguinity. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, 232, 87-96.
- Ossmani H. E., Ouardani M., Habibeddine L., Amzazi S., Talbi J. 2018. Study of consanguinity of the population of northern Morocco. *J Forensic Res*, 9(406), 2.
- Othman H., Saadat, M. 2009. Prevalence of consanguineous marriages in Syria. *Journal of Biosocial Science*, 41(5), 685.
- Romdhane L., Mezzi N., Hamdi Y., El-Kamah G., Barakat A., Abdelhak S. 2019. Consanguinity and inbreeding in health and disease in North African populations. *Annual Review of Genomics and Human Genetics*, 20, 155-179.
- Settin A., AlMarsafawy H., AlHussieny A., Dowaidar, M. 2008. Dysmorphic features, consanguinity and cytogenetic pattern of congenital heart diseases: a pilot study from Mansoura Locality, Egypt. *International Journal of Health Sciences*, 2(2), 101.
- Shawky R. M., El-Awady M. Y., Elsayed S. M., Hamadan, G. E. 2011. Consanguineous matings among Egyptian population. *Egyptian Journal of Medical Human Genetics*, 12(2), 157-163.
- Shieh J. T., Bittles, A. H., Hudgins L. 2012. Consanguinity and the risk of congenital heart disease. *American Journal of Medical Genetics Part A*, 158(5), 1236-1241.
- Singh K., Krishnamurthy K., Greaves C., Kandamaran L., Nielsen A. L., Kumar A. 2014. Major congenital malformations in Barbados: the prevalence, the pattern, and the resulting morbidity and mortality. *International Scholarly Research Notices*.
- Zhour A., Drissi A., Soulaymani A., Abderrazak K., Abdallah, O. 2016. Études Des Caractéristiques Et Des Déterminants Des Mariages Consanguins Dans La Ville De Tiflet (Maroc). *European Scientific Journal*, 12(9), 221.