

# L'utilisation des aiguilles filtrantes pour la préparation des médicaments en ampoule de verre sur les unités de soins

## RAPPORT DE VEILLE SCIENTIFIQUE (07-19)

Brigitte Larocque, M.A.  
Alice Nourissat, MD, Ph.D.  
Marc Rhainds, MD, M.Sc., FRCPC

### CONTEXTE

La préparation des médicaments injectables conditionnés en ampoule de verre peut générer des particules de verre qui sont susceptibles de se retrouver dans la solution à administrer [1-3]. Les résultats d'études expérimentales menées auprès d'animaux suggèrent que la contamination par des particules pourrait entraîner des phlébites, des embolies et des lésions granulomateuses pulmonaires, hépatiques ou intestinales [2, 4]. Afin d'aspirer des solutions conditionnées en ampoule de verre, des aiguilles de remplissage munies d'un filtre peuvent être utilisées. Cette pratique largement adoptée pour la préparation des médicaments en ampoule de verre dans les pharmacies d'hôpitaux du Québec n'est pas standardisée dans les unités de soins [5].

En 2012, l'Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS) du CHU de Québec-Université Laval (ci-après CHU de Québec) a réalisé un rapport d'examen rapide sur l'efficacité et l'innocuité des aiguilles filtrantes pour la préparation des médicaments en ampoule de verre sur les unités de soins [6]. La pertinence de l'utilisation des aiguilles filtrantes sur les unités de soins a été soulevée à nouveau en novembre 2018 par le Comité Central Pharmacie Soins infirmiers (CCPSI) du CHU de Québec, notamment en raison d'une consommation plus importante de médicaments en ampoule de verre liée à des ruptures de stock de médicaments observées au cours des deux dernières années et de l'obligation d'utiliser plusieurs ampoules pour une même préparation. De plus, les coûts d'achat des aiguilles filtrantes ont été modifiés. L'UETMIS a révisé les nouvelles données probantes pertinentes parues après la publication du rapport d'examen rapide afin de déterminer si les conclusions relatives à l'utilisation des aiguilles filtrantes devraient être modifiées. Le contenu du rapport de l'UETMIS de même que les informations issues des documents parus après sa publication sont présentés ci-après. La consommation, au cours de la dernière année financière, de médicaments en ampoule de verre et d'aiguilles filtrantes au CHU de Québec, de même que les coûts d'achat des aiguilles utilisées

pour le prélèvement des médicaments en ampoule de verre ont également été révisés.

### LE RAPPORT DE L'UETMIS EN BREF

L'UETMIS a réalisé, en collaboration avec un groupe de travail interdisciplinaire composé d'experts de l'établissement, une évaluation en 2012 afin de déterminer la pertinence d'utiliser des aiguilles filtrantes pour le prélèvement des médicaments en ampoule de verre cassable sur les unités de soins au CHU de Québec. Les trois constats qui se dégagent de cette démarche basée sur une revue systématique de la littérature, incluant les lignes directrices d'organismes professionnels de même que les études sur les complications associées à l'injection de particules et l'efficacité des aiguilles filtrantes pour réduire la contamination particulaire sont les suivants :

- Premièrement, les données probantes alors disponibles ne permettaient pas d'estimer les risques pour la santé associés à l'injection de particules de verre chez l'humain. Une seule étude rétrospective de faible qualité méthodologique rapportait la présence à l'examen pathologique d'un certain nombre de granulomes de fragments de verre et de coton chez des nouveau-nés décédés de mort subite qui avaient été alimentés par voie parentérale pour une période de 1 à 46 jours [7]. Les informations disponibles dans cette étude ne permettaient pas d'établir un lien direct de cause à effet entre la présence de granulomes pulmonaires et la contamination particulaire. Des lignes directrices appuyant l'utilisation d'aiguilles filtrantes pour l'administration de solutions d'alimentation parentérale et de médicaments en ampoule de verre [8, 9] ou pour certains groupes de patients (enfants, nouveau-nés, immunosupprimés, sous traitement intensif ou prolongé par voie parentérale [10]) ont été recensées, mais elles reposent sur les résultats d'études expérimentales auprès d'animaux ou sur l'application du principe de précaution.

- Le second constat mettait en lumière l'existence de mesures qui peuvent être appliquées pour prévenir la contamination des médicaments en ampoule de verre. Parmi ces mesures, les aiguilles filtrantes constituaient un moyen efficace d'éliminer [11] ou de réduire [12-14] la contamination particulaire des solutions en ampoule de verre selon les études expérimentales révisées dans le cadre du rapport. L'utilisation d'aiguilles de faible diamètre ou de diverses techniques pour l'ouverture et l'aspiration du contenu de l'ampoule, telles que l'angle de l'aiguille et la profondeur de l'insertion à respecter, pourraient également contribuer à la prévention de la contamination particulaire des médicaments.

- Dans un troisième constat, l'UETMIS soulignait le potentiel d'accroissement des dépenses récurrentes associé à un élargissement de l'utilisation des aiguilles filtrantes sur l'ensemble des unités de soins en raison du coût plus élevé comparativement

aux aiguilles standards. De plus, compte tenu de la paucité des données disponibles sur le risque de contamination particulière associé à l'administration d'un médicament en ampoule de verre, il apparaissait difficile de déterminer si cet accroissement des dépenses pourrait se traduire par une amélioration de la sécurité des soins aux patients.

Sur la base de cette analyse, l'UETMIS proposait d'entamer une réflexion sur la pertinence d'implanter des pratiques sécuritaires pour l'administration des médicaments en ampoule de verre à des populations vulnérables, telles que les nouveau-nés prématurés, les patients souffrant d'embolie pulmonaire ou hospitalisés sur des unités de soins intensifs. À la suite de ce rapport, une méthode de soins a été développée au CHU de Québec pour la préparation et l'administration des médicaments en ampoule de verre par voie intraveineuse ou sous-cutanée. Cette directive s'adresse à l'unité néonatale, aux unités de pédiatrie et de soins intensifs pédiatriques pour qui l'usage d'aiguilles filtrantes est recommandé.

## MISE À JOUR

La recherche documentaire a permis de répertorier quatre nouveaux documents parus après la publication du rapport de l'UETMIS : la révision d'un guide de pratique clinique [15], une norme de pratique [16], un rapport de cas de contamination particulière [17] et une étude expérimentale sur l'efficacité des aiguilles filtrantes [18].

### Guide et norme de pratique

L'American Society of Health-System Pharmacists (ASHP) a réalisé en 2014 une mise à jour de son guide de pratique pour la préparation des produits stériles en pharmacie [15]. Comme préconisé en 2000, l'ASHP recommande de filtrer à l'aide d'une canule ou d'une aiguille filtrante de 5 microns ( $\mu\text{m}$ ) les solutions conditionnées en ampoule de verre [15]. Cette recommandation n'est toutefois pas appuyée par des références bibliographiques. Il est également précisé de se référer aux recommandations du fabricant du médicament concernant la nécessité de filtrer la solution à injecter.

L'Ordre des technologues en imagerie médicale, en radio-oncologie et en électrophysiologie médicale du Québec a publié en 2018 des normes de pratique pour la manipulation des médicaments, substances de contraste et produits pharmaceutiques [16]. Cet organisme recommande d'utiliser une aiguille filtrante de 5  $\mu\text{m}$  ou moins pour le prélèvement d'une substance conditionnée en ampoule en verre afin d'éviter d'aspirer des fragments de verre invisibles à l'œil nu, mais présents dans le liquide prélevé [16]. Cette recommandation n'est pas appuyée par des études sur l'efficacité des aiguilles filtrantes à réduire la contamination par des particules, mais sur une enquête décrivant l'utilisation de ce type d'aiguilles dans les hôpitaux québécois en 2006-2007 [19].

### Rapport de cas

Une étude de cas rapportant l'observation, lors d'une arthroscopie, de la présence de bris de verre dans le genou d'un patient a également été publiée [17]. Les particules de verre observées ont été attribuées à une injection intra-articulaire de stéroïdes avant

l'intervention chirurgicale pour traiter une arthrite rhumatoïde. Le patient n'ayant subi aucun traumatisme ou accident, cette injection a été considérée comme la source de la contamination. L'arthroscopie a permis d'expulser les débris de verre.

### Étude expérimentale

Une nouvelle étude portant sur l'efficacité de différentes méthodes pour prévenir la contamination particulière d'une solution conditionnée en ampoule de verre a été identifiée [18]. L'étude de Joo *et al.* publiée en 2016 visait à comparer la présence de particules associée au bris d'ampoules en reproduisant expérimentalement les quatre méthodes de préparation et d'administration de solutions par voie intraveineuse suivantes :

- Aspiration avec une aiguille standard immédiatement après l'ouverture de l'ampoule et injection en bolus directement après l'aspiration (méthode [M] 1);
- Aspiration avec une aiguille standard deux minutes après l'ouverture de l'ampoule, pour que les particules se déposent au fond de l'ampoule, et injection en bolus deux minutes après l'aspiration (M2);
- Aspiration avec une aiguille filtrante (5  $\mu\text{m}$ ) immédiatement après l'ouverture de l'ampoule et injection en bolus (M3);
- Aspiration avec une aiguille standard immédiatement après l'ouverture de l'ampoule et injection à l'aide d'une connexion en Y et un filtre sur la tubulure de perfusion (15  $\mu\text{m}$ ) (M4).

Toutes les ampoules commerciales utilisées contenaient 2 mL d'acide ascorbique et ont été manipulées par une infirmière expérimentée. Après la désinfection et le bris du collet des ampoules, leur contenu était aspiré avec une aiguille standard ou filtrante 23 G, en évitant de toucher les bords de l'ampoule. Après l'aspiration et l'injection dans un tube stérilisé, la solution était centrifugée pour assurer la précipitation des particules au fond du tube. Pour chacun des tubes, 20  $\mu\text{L}$  de solutions contenant les particules précipitées au fond du tube ont été prélevés. Au total, les échantillons provenant de 180 ampoules (45 par méthode évaluée) ont été analysés. Le nombre et la longueur des particules de verre ont été mesurés à l'aide d'un scanner à lames et d'un logiciel permettant l'analyse des images.

### Résultats sur le nombre de particules

Selon les résultats observés, le nombre total moyen ou médian de particules dans les solutions n'était pas statistiquement différent ( $p = 0,89$ ) pour les quatre méthodes évaluées bien qu'un nombre moyen de particules plus faible ait été observé dans les solutions injectées à l'aide d'une tubulure de perfusion avec filtre (M4) (Tableau 1).

**Tableau 1. Résultats de l'étude de Joo *et al.* sur le nombre de particules de verre par ampoule selon quatre méthodes de préparation et d'administration ( $n = 180$  ampoules)**

M	Nombre de particules de verre par ampoule		
	Moyenne	Médiane	Étendue
1	115	78,0	17-419
2	118	87,0	15-410
3	110	85,0	16-338
4	89	83,5	18-220

M : méthode

Les 180 échantillons ont été triés par catégorie selon la quantité de particules de verre par ampoule observée pour chacune des méthodes (Tableau 2). On constate peu de différences entre les méthodes de préparation et d'administration d'une solution conditionnée en ampoule de verre, à l'exception de l'utilisation d'une tubulure avec filtre (M4) pour laquelle aucun échantillon contenant plus de 300 particules de verre n'a été rapporté. Cependant, il n'y a pas de différence statistiquement significative pour l'ensemble des observations ( $p = 0,74$ ).

**Tableau 2. Résultats de l'étude de Joo et al. sur la distribution de fréquence du nombre d'ampoules avec des particules de verre dans les échantillons selon quatre méthodes de préparation et d'administration (n = 180 ampoules)**

M	Nombre de particules de verre par ampoule					
	≤ 50 (n†)	51-100 (n†)	101-150 (n†)	151-200 (n†)	201-300 (n†)	> 300 (n†)
1	13	13	6	5	6	2
2	12	13	6	7	6	1
3	14	13	4	7	5	2
4	10	19	10	4	2	0

M : méthode, †nombre d'ampoules

### Résultats selon la taille des particules

La taille moyenne des particules observées dans les solutions préparées selon l'une ou l'autre des méthodes d'injection évaluées était similaire (moyennes de 21 à 23 µm,  $p = 0,843$ ) (données non montrées). Les résultats détaillés d'une analyse selon la taille des particules sont présentés en annexe. Aucune particule supérieure à 300 µm n'a été observée dans l'ensemble des particules identifiées (n = 19 473), à l'exception de deux particules issues de la méthode de prélèvement avec une aiguille standard, ce qui correspond à 0,04 % (2 / 5169) des particules associées à cette méthode. Des particules dont la taille se situe entre 100 et 300 µm ont été observées dans moins de 0,5 % des échantillons de solutions injectées selon l'une ou l'autre des quatre méthodes évaluées. Très peu de différences sont constatées entre les méthodes en ce qui concerne la fréquence des particules de 50 à 100 µm, comptant pour 3 à 4 % de l'ensemble des particules. Les échantillons contenant des particules de 15 à 50 µm étaient un peu plus fréquents avec la méthode M4 où une tubulure avec filtre était utilisée (56,6 % comparativement entre 51,3 % et 52,9 % pour les autres méthodes). Par ailleurs, il y avait peu de différences entre l'utilisation d'une aiguille standard avec (M1) ou sans (M2) délai pour l'aspiration et l'utilisation d'une aiguille filtrante (M3) quant à la fréquence des particules mesurant moins de 5 µm, de 5 à 10 µm et entre 10 et 15 µm. Par contre, la fréquence des particules de moins de 5 µm et de celles entre 5 à 10 µm était moins élevée lorsqu'une tubulure avec un filtre était utilisée pour l'injection (M4).

Selon les auteurs, la fréquence plus élevée de particules observée dans leur étude comparativement aux études antérieures pourrait

s'expliquer par des méthodes différentes de préparation des solutions. En effet, les sédiments précipités après centrifugation ont été évalués dans le présent devis alors qu'un échantillon extrait des solutions a été analysé, et ce, sans centrifugation dans certaines études antérieures. Cette dernière méthode a été utilisée pour deux études révisées dans le rapport de l'UETMIS [11, 13].

Les auteurs de l'étude ont conclu que l'utilisation d'une aiguille standard avec une aspiration reportée de deux minutes après l'ouverture de l'ampoule ou l'utilisation d'une aiguille filtrante, qui sont les méthodes les plus souvent recommandées pour prévenir la contamination particulaire, pourraient être moins efficaces qu'attendues. À noter que les aiguilles standards et filtrantes utilisées dans cette étude étaient de petit diamètre (23 G) comparativement à celles généralement utilisées au CHU de Québec. Selon les auteurs, l'utilisation d'une tubulure de perfusion avec filtre pourrait quant à elle minimiser la contamination particulaire associée au bris d'ampoules de verre, mais des données issues d'études plus larges seraient nécessaires.

### Consommation de médicaments en ampoule de verre et d'aiguilles filtrantes au CHU de Québec

Au cours de la dernière année financière (2018-2019), 511 314 doses de médicaments en ampoule de verre injectables (78 médicaments différents), toutes voies d'administration confondues, ont été consommées au CHU de Québec, incluant les préparations réalisées à la pharmacie et sur les unités de soins. La morphine et le fentanyl représentaient 33 % des doses administrées (n = 168 872).

La consommation totale d'aiguilles filtrantes 19 G et 20 G<sup>1</sup> au CHU de Québec au cours de l'année financière 2018-2019 s'élève à 32 095 unités, incluant 7 510 aiguilles utilisées aux pharmacies centrales et satellites. Une analyse exploratoire par direction indique que les unités de soins pédiatriques et néonatales cumulent 44 % (n = 14 050 unités) de la consommation totale et la direction médicale des services hospitaliers 17 % (5425 unités en médecine nucléaire, imagerie et électrophysiologie).

### Coûts associés à l'administration des médicaments en ampoule de verre selon le type d'aiguilles

Au cours de la dernière année financière (2018-2019), le coût total associé à l'acquisition d'aiguilles filtrantes au CHU de Québec s'élevait à 15 912 \$, incluant 3395 \$ pour la consommation en pharmacie. Une simulation des coûts d'achat annuel des aiguilles pour le prélèvement de médicaments en ampoule de verre a été effectuée en considérant l'utilisation d'aiguilles régulières 20 G ou d'aiguilles filtrantes (hypodermiques) 19 G (Tableau 3). En se basant sur la consommation totale d'ampoules de verre observée du 1<sup>er</sup> avril 2018 au 31 mars 2019 et le prix actuel des aiguilles, le coût annuel des prélèvements s'élèverait à près de 200 000 \$ si une aiguille filtrante était utilisée pour chaque ampoule, soit environ 17 fois plus qu'avec l'utilisation d'aiguilles

<sup>1</sup> Produits consommés : aiguilles hypodermiques avec filtre 5 microns : 19 G, 1,5 pouce (code 106020); 20 G, 1 pouce (122456) et aiguilles filtrantes 19 G, 1 pouce (122559).

régulières. Ces estimations portent sur la préparation de médicaments en ampoule de verre dans les unités de soins ainsi que dans les pharmacies centrales et satellites.

**Tableau 3. Projection des coûts annuels reliés au prélèvement des médicaments en ampoule de verre selon le type d'aiguille utilisée**

	Coûts (\$)	
	Aiguilles régulières 20 G 1 pouce	Aiguilles filtrantes 19 G 1 pouce
Pour 100 unités	2,20	39
Unitaire	0,022	0,39
Total annuel *	11 249	199 412

G : gauge

\* 511 314 doses de médicaments injectables en ampoule de verre selon la consommation au CHU de Québec durant l'année financière 2018-2019.

Certains changements aux contrats d'approvisionnements au CHU de Québec en vigueur depuis le mois de mai 2019 sont cependant susceptibles de modifier les données de consommation. En effet, l'hydromorphone est dorénavant délivrée en ampoule de verre (164 000 doses annuelles) et les ampoules d'ondansetron ont été retirées au profit des fioles (34 866 doses).

## COMMENTAIRES

La mise à jour des nouvelles données portant sur l'utilisation d'aiguilles filtrantes pour la préparation des médicaments en ampoule de verre a permis de répertorier un premier cas publié de contamination chez l'humain [17]. Cependant, aucune information sur la méthode qui a été utilisée pour réaliser l'injection intra-articulaire de stéroïdes, qui serait la source de ce cas de contamination particulaire, n'est disponible dans la publication, ce qui limite l'interprétation du lien causal et l'appréciation du risque.

Les résultats d'une nouvelle étude expérimentale ne suggèrent pas de façon claire que les aiguilles filtrantes sont plus efficaces pour réduire la contamination particulaire comparativement à l'usage d'aiguilles standards [18]. Les quatre méthodes de préparation et d'administration des médicaments évaluées dans cette étude ne permettaient pas d'éliminer totalement la présence de particules de verre. C'était également le cas dans trois des études révisées dans le cadre du rapport de l'UETMIS de 2012 [12-14]. Cette nouvelle étude expérimentale indique que l'utilisation d'une tubulure avec un filtre en ligne de 15 µm reliée à une perfusion intraveineuse pourrait minimiser la contamination particulaire associée au bris d'ampoules de verre [18].

D'autres données issues de la littérature suggèrent également que l'insertion d'un filtre à une tubulure pour les enfants et les nouveau-nés sous perfusion pourrait réduire la contamination des solutions par les microorganismes, les agrégats de médicaments ou encore d'autres sources comme les particules de verre [20]. Cependant, ces données ne permettent pas de conclure sur le risque de complications associées à l'injection de particules de verre [21].

Par ailleurs, plusieurs facteurs pouvant influencer la présence de bris de verre dans un médicament, tels que le volume de l'ampoule,

le diamètre de l'aiguille utilisée pour l'aspiration, la technique de préparation, la voie d'administration (intramusculaire, intraveineuse, à l'aide d'un cathéter central ou une perfusion en place) ou encore la vulnérabilité du patient ont été rapportés dans des documents traitant de l'évaluation et de la gestion du risque associé à l'administration de médicaments conditionnés en ampoule de verre [1, 3, 22]. Ces éléments peuvent également guider la mise en place de mesures de précaution pour assurer la sécurité des patients.

En plus de la pertinence clinique, l'impact budgétaire de l'utilisation d'aiguilles filtrantes pour l'administration de médicaments en ampoule de verre doit être considéré. Depuis 2012, les coûts unitaires des aiguilles standards et filtrantes ont diminué, mais l'usage d'aiguilles filtrantes pour l'ensemble des médicaments en ampoule de verre demeure une pratique plus coûteuse qui dépasse largement le coût associé à l'utilisation d'aiguilles régulières.

L'analyse de l'ensemble de la preuve avec l'ajout des nouvelles données probantes ne modifie pas la conclusion émise dans le rapport publié par l'UETMIS en 2012 [6]. En raison des preuves scientifiques limitées quant au risque pour la santé associé à l'injection de particules de verre et des coûts plus élevés des aiguilles filtrantes, il apparaît toujours non justifié d'élargir leur usage à la préparation des médicaments en ampoule de verre sur l'ensemble des unités de soins. Les auteurs d'une revue de la littérature publiée en 2018 sur la présence de particules associées à la préparation de médicaments conditionnés en ampoule de verre ont également conclu qu'il était difficile de recommander un recours systématique aux aiguilles filtrantes [3]. Malgré la possibilité de particules de verre issues du bris d'une ampoule, les données probantes actuelles ne permettraient pas, selon les auteurs, de statuer sur les conséquences cliniques associées à cette contamination.

## CONCLUSION

Les résultats des études révisées dans le cadre de l'évaluation des aiguilles filtrantes pour la préparation des médicaments en ampoule de verre réalisée par l'UETMIS suggèrent qu'elles pourraient réduire la contamination particulaire. Cependant, en raison de l'impact budgétaire associé à cette pratique et de la faiblesse de la preuve scientifique, il ne semble pas justifié d'étendre l'utilisation des aiguilles filtrantes à l'ensemble des unités de soins au CHU de Québec. Une approche reposant sur un usage ciblé des aiguilles filtrantes sur les unités de soins au CHU de Québec selon la vulnérabilité des patients (par exemple en néonatalogie, pédiatrie et unités de soins intensifs), l'obligation d'utiliser plusieurs ampoules de verre afin d'administrer une dose ou de répéter plusieurs injections pour un traitement récurrent, apparaît raisonnable au CHU de Québec. Les autres mesures de précaution relatives à l'ouverture et à l'aspiration du contenu d'une ampoule de verre, telles que l'angle et la profondeur de l'insertion de l'aiguille, demeurent de bonnes pratiques à respecter pour la préparation et l'administration des médicaments à tous les patients.

**Annexe. Résultats de l'étude de Joo et al. sur le nombre de particules de verre dans les solutions aspirées selon la taille des particules et différentes méthodes de préparation et d'administration**

M (n particules)	Nombre (%) de particules de verre selon l'étendue de leur taille en µm								
	≤ 5	5-10	10-15	15-50	50-100	100-150	150-200	200-300	> 300
1 (n = 5169)	390 (7,5)	1167 (22,6)	702 (13,6)	2732 (52,9)	153 (3,0)	17 (0,3)	3 (0,1)	3 (0,1)	2 (0,0)
2 (n = 5311)	465 (8,8)	1191 (22,4)	741 (14,0)	2727 (51,3)	166 (3,1)	13 (0,2)	3 (0,1)	5 (0,1)	0 (0,0)
3 (n = 4971)	404 (8,1)	1109 (22,3)	724 (14,6)	2548 (51,3)	164 (3,3)	17 (0,3)	2 (0,0)	3 (0,1)	0 (0,0)
4 (n = 4022)	200 (5,0)	830 (20,6)	533 (13,3)	2278 (56,6)	164 (4,1)	15 (0,4)	2 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)

M : méthode

---

#### REMERCIEMENTS

M. Dany Cloutier, technicien en pharmacie, CHU de Québec

Mme Marilou Gallichand-Dutil, assistante-chef Qualité, Développement et Excellence, Imagerie médicale, CHU de Québec

Mme Julie Landry-Lévesque, chef des services cliniques de sténothérapie et de la qualité des fournitures médicales, chirurgicales et des équipements (FMCE), CHU de Québec

Mme Lucie Lévesque, infirmière en pratique avancée, Unité de soins intensifs pédiatrique, chirurgie, cardiologie et hémato-oncologie pédiatrique, Direction des soins infirmiers / secteur du développement et de l'évaluation de la pratique infirmière, CHU de Québec

Mme Marie-Claude Michel, pharmacienne coordonnatrice du Programme de gestion thérapeutique des médicaments, CHU de Québec

M. Guillaume Paradis, pharmacien coordonnateur du circuit du médicament, CHU de Québec

Mme Lyne Santerre, Conseillère cadre - projets spéciaux, Direction des soins infirmiers, CHU de Québec

---

## RÉFÉRENCES

- [1] Merry AF, Gargiulo DA, Fry LE. What are we injecting with our drugs? *Anaesth Intensive Care*. 2017; 45(5): 539-42.
- [2] Ball PA. Intravenous in-line filters: filtering the evidence. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2003; 6(3): 319-25.
- [3] Painchart L, Odou P, Bussieres JF. [Particulate contamination associated with the manipulation of drugs in glass ampules: A literature review]. *Ann Pharm Fr*. 2018; 76(1): 3-15.
- [4] Meister FL. Ask the experts. Are filter needles required when aspirating medication from a glass ampule ? If a filter needle is not used, are there hidden risks to patients, ie, sharp glass particles ? *Critical Care Nurse*. 1998; 18(4): 97.
- [5] Painchart L, Odou P, Bussieres JF. [Comparative profile of the use of filter needles in Quebec and France in healthcare facility]. *Ann Pharm Fr*. 2018; 76(1): 71-7.
- [6] Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS). L'utilisation des aiguilles filtrantes pour la préparation des médicaments en ampoule de verre. Rapport d'examen rapide préparé par Brigitte Larocque, Martin Coulombe et Marc Rhainds. 2012.
- [7] Puntis JW, Wilkins KM, Ball PA, Rushton DI, Booth IW. Hazards of parenteral treatment: do particles count? *Arch Dis Child*. 1992; 67(12): 1475-7.
- [8] Infusion Nurses Society. Infusion Nursing Standards of Practice. Infection Prevention and Safety Compliance *Journal of Infusion Nursing*. 2011; 34(1S): S25-S30.
- [9] British Columbia Cancer Agency, Nursing practice tips : glass ampoules. Systematic Therapy update. 1999; 2(7): 1-4.
- [10] Bethune K, Allwood M, Grainger C, Wormleighton C. Use of filters during the preparation and administration of parenteral nutrition: position paper and guidelines prepared by a British pharmaceutical nutrition group working party. *Nutrition*. 2001; 17(5): 403-8.
- [11] Preston ST, Hegadoren K. Glass contamination in parenterally administered medication. *J Adv Nurs*. 2004; 48(3): 266-70.
- [12] Driscoll DF, Lawrence KR, Lewis K, Bistrian BR. Particle size distribution of propofol injection from ampules and vials: the benefits of filtration. *Int J Pharm Compd*. 1997; 1(2): 118-20.
- [13] Miller M. Glass particulate contamination from medications aspirated form glass ampules: comparison of filtered versus non-filtered needles. Richmond: Virginia Commonwealth University. 1994: 40.
- [14] Zabir AF, Choy CY, Rushdan R. Glass particle contamination of parenteral preparations of intravenous drugs in anaesthetic practice. *Southern African Journal of Anaesthesia and Analgesia*. 2008; 14(3): 17-9.
- [15] ASHP guidelines on compounding sterile preparations. *Am J Health Syst Pharm*. 2014; 71(2): 145-66.
- [16] Ordre des technologues en imagerie médicale, en radio-oncologie et en électrophysiologie médicale du Québec. Normes médicaments et substances. Normes de pratique spécifiques. Mars 2018
- [17] Hafez MA, Al-Dars AM. Glass foreign bodies inside the knee joint following intra-articular injection. *Am J Case Rep*. 2012; 13: 238-40.
- [18] Joo GE, Sohng KY, Park MY. The effect of different methods of intravenous injection on glass particle contamination from ampules. *Springerplus*. 2016; 5: 15.
- [19] Comelli M. Utilisation des aiguilles filtrantes en établissements de santé. *Pharmactuel*. 2008; 41(3): 158.
- [20] Perez M, Decaudin B. Effectiveness of in-Line Filters to Completely Remove Particulate Contamination During a Pediatric Multidrug Infusion Protocol. 2018; 8(1): 7714.
- [21] Foster JP, Richards R, Showell MG, Jones LJ. Intravenous in-line filters for preventing morbidity and mortality in neonates. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015(8): Cd005248.
- [22] Winnipeg Regional Health Authority. Decision support tool. Practice guideline: Drawing medications from a glass ampoule and the use of filter needles: Population and Public Health. 2018.