



## Analyse de la chaîne de valeur pour améliorer le flux de patients d'un service de consultations externes tunisien

### A Value Stream Mapping Analysis to improve patient flow in a Tunisian outpatient department

Hana Ben Mbarek, Najla Aissaoui, Safa Bhar Layeb, Atidel B. Hadj-Alouane

*Université de Tunis El Manar, Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis – Laboratoire de Recherche OASIS– Tunis – Tunisie*

#### RÉSUMÉ

**Introduction :** Affectant la qualité de l'offre de soin, l'attente est souvent considérée comme principale source d'insatisfaction dans les organismes de santé publique en général et dans les hôpitaux de jour en particulier. Pour y remédier, une des alternatives consiste à accélérer le flux des patients en identifiant et réduisant les étranglements.

**Méthodes :** La cartographie de la chaîne de valeur du processus de prise en charge des patients accueillis dans un service de consultations externes de pneumologie en Tunisie permet de (i) modéliser le processus en représentant ses activités et les différents flux qui lui correspondent, (ii) quantifier et séparer les activités avec et sans valeur ajoutées et (iii) mesurer sa performance en calculant la durée de séjour des patients ainsi que le pourcentage total de valeur ajoutée du processus.

**Résultats :** La cartographie de la chaîne de valeur a permis d'identifier et de quantifier les attentes et les déplacements inutiles causant un taux total de valeur de l'ordre de 11% tout au long du processus. L'analyse a révélé trois principales causes à leur origine : un système de signalisation inefficace, une mauvaise planification des rendez-vous et une gestion inefficace des dossiers médicaux.

**Conclusions :** Les résultats de cette étude peuvent orienter les décideurs en identifiant les actions à mettre en place pour améliorer l'offre de services de soins. En inscrivant cette étude dans le cadre d'une démarche d'amélioration continue, il serait possible d'évaluer périodiquement les performances du processus afin de piloter l'hôpital de jour d'une façon plus efficace.

**Mots-clés :** Flux de patients, hôpital de jour, processus, chaîne de valeur.

#### SUMMARY

**Introduction:** Waiting time is often viewed as the main source of dissatisfaction in public healthcare organizations in general and outpatient departments in particular. To address this issue, one alternative is to accelerate the patient flow by identifying and reducing bottlenecks.

**Methods:** The Value Stream Mapping (VSM) of the patient care process in a pneumology outpatient department in Tunisia allows to (i) model the process by representing its activities and the corresponding flows, (ii) identify and quantify non-value-added activities and (iii) measure the global performance by calculating the patients length of stay as well as the total percentage of added value of the process.

**Results:** The current Value Stream Mapping (VSM) identified and quantified waiting times and patient movements leading to a total added value rate below 11%. The analysis revealed three root causes: an ineffective directional signage, an inappropriate appointment scheduling and an inefficient management of medical records.

**Conclusions:** The results of this study help managers to identify improvement opportunities that can accelerate patient flow. By including this study as part of a continuous improvement approach, it would be possible to periodically evaluate the performance of the process in order to monitor the outpatient pneumology department in a more efficient manner.

**Keywords:** Patient flow, outpatient department, process, Value Stream Mapping.

#### Correspondance

Safa Bhar Layeb

Université de Tunis El Manar, Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis – Laboratoire de Recherche OASIS– Tunis – Tunisie

E-mail : safa.layeb@enit.utm.tn

## INTRODUCTION

Les établissements de santé publique subissent des mutations fortes et doivent faire face à de nombreux défis (1). Le vieillissement de la population, l'augmentation du nombre de patients, la complexification des soins ainsi que la croissance des exigences de qualité en termes de soins prodigués et de confort des patients ont poussé ces établissements à repenser leurs organisations et leurs méthodes de travail, dans le but d'améliorer leurs performances au moindre coût. C'est dans ce contexte que nous nous intéressons dans cet article à l'amélioration des flux des patients ambulatoires. Étant des structures qui accueillent temporairement les patients, les hôpitaux de jours permettent de désengorger les services hospitaliers tout en offrant les soins nécessaires aux malades, qui ne sont plus obligés d'être hospitalisés ou accueillis aux services d'urgences. Ceci permet non seulement d'améliorer le confort des patients mais aussi de diminuer les coûts de façon considérable. En réduisant le nombre de lits occupés, des économies peuvent être réalisées pour les pouvoirs publics ainsi que les organismes d'assurances publiques et privés. Toutefois, pour augmenter la proportion de patients accueillis par les hôpitaux de jour, il est nécessaire de leur assurer un service de qualité dans des délais raisonnables. Or, parmi les majeures sources d'insatisfaction des patients nous retrouvons les délais d'attente pour un rendez-vous ainsi que les temps d'attente au sein même de ces départements.

Pour remédier à ces problèmes, les hôpitaux de jours se doivent d'améliorer la performance de leurs processus afin de prendre en charge le plus rapidement possible les patients demandant des soins, tout en maintenant et exploitant de la meilleure façon possible les ressources existantes. Une des solutions qui se présentent dans la littérature est l'accélération des flux des patients (2). Il s'agit essentiellement de réduire au maximum la durée de séjour des patients au sein de l'hôpital du jour afin de (i) fournir rapidement les soins nécessaires, (ii) améliorer l'exploitation des ressources de l'hôpital de jour et (iii) pouvoir programmer plus de rendez-vous en libérant rapidement les patients accueillis.

Conscients de ces enjeux, notre objectif principal consiste à analyser et évaluer la performance du processus de prise en charge des patients d'un service de consultation externes afin d'estimer le pourcentage de valeur ajoutée

du processus et déterminer les facteurs ayant un impact significatif sur leurs temps de passage au service. En identifiant ainsi les activités qui ralentissent le flux ainsi que leurs causes, il sera possible de définir les meilleures actions à mettre en place.

## MÉTHODES

### *Terrain d'étude*

La présente étude a été réalisée au sein d'un service de consultations externes rattaché à l'hôpital Abderrahmen Mami. Il s'agit d'un hôpital universitaire public tunisien implanté à Tunis en Tunisie depuis une soixantaine d'années. Étant spécialisé dans les maladies pulmonaires, ce service reçoit près de 50000 patients par an provenant de différentes régions du pays. Plus de 69% des patients proviennent de régions moyennement proches de l'hôpital, environ 7% vivent dans des régions plus proches et les autres viennent du reste du pays.

La recherche a été menée dans le cadre d'un projet de coopération entre cet hôpital universitaire et une école d'ingénieurs tunisienne. En suivant une approche collaborative, l'équipe de travail impliquée comprenait aussi bien des membres du service de consultation externes (le personnel médical, paramédical et administratif) que de l'institution universitaire (enseignants-chercheurs et ingénieurs). L'étude de terrain s'est déroulée tout le long du mois de novembre 2017.

### *Technique, Outils et Démarche de Collecte de Données*

Selon la norme ISO 9000:2015 (3), un processus est défini comme étant un ensemble de ressources et d'activités corrélées qui transforment des éléments d'entrée en éléments de sortie en créant de la 'valeur' (4). Dans le secteur de la santé, un processus de prise en charge des patients est généralement défini comme étant l'ensemble d'activités nécessaires pour prodiguer des soins en transformant un patient d'un état 'malade' à un état 'sain' (5). Une des alternatives qui se présentent pour évaluer ces processus de production de soins est le déploiement du *Lean Management*. Depuis quelques années, nous retrouvons de plus en plus d'applications de ces concepts dans le domaine de la santé avec l'émergence du 'Lean Santé' (6-8). Étant une philosophie basée sur la création de valeur du point de vue du client (le patient dans notre cas), son principal objectif est de rendre un processus donné

plus efficient en éliminant ou réduisant toutes les formes de gaspillages appelées '*muda*' (attentes, transports inutiles, sur-stockage, mouvements inutiles, erreurs et sous-utilisation des compétences, etc.) (9). Le *Lean* met à la disposition des gestionnaires des outils diversifiés et spécifiques à différents types de problèmes. Dans notre étude, nous avons opté pour l'utilisation de la cartographie de la chaîne de valeur, connue sous l'appellation *VSM* (*Value Stream Mapping*), afin de cartographier et analyser le processus de production de soins. Il s'agit d'un outil d'analyse incontournable pour identifier les gisements d'amélioration du '*lead time*' qui correspond dans notre cas à la durée moyenne de séjour des patients. Facilement compréhensible, cette cartographie offre la possibilité de visualiser non seulement les flux physiques mais également les flux d'informations (5). Contrairement aux autres outils de modélisation, elle permet de mesurer le pourcentage total de valeur ajoutée du processus grâce à l'analyse temporelle qu'elle propose. En effet, en identifiant, quantifiant et représentant dans un même graphique les différentes activités mises en œuvre, qu'elles soient ou non créatrices de valeur, il est possible de déterminer les temps de valeur ajoutée et les *muda*. La cartographie de l'existant, ainsi obtenue, sert à dresser une cartographie cible avec une identification des activités d'amélioration ainsi qu'un plan de déploiement (10,11).

Ainsi, en s'inspirant des étapes initialement proposées par Tapping et Shuker (12) pour l'application d'une analyse *VSM* dans le secteur manufacturier, nous présentons dans ce qui suit les résultats d'une démarche qui s'articule autour de cinq étapes :

- (i) La sélection des patients afin de définir le périmètre de l'étude ;
- (ii) La collecte des données ;
- (iii) Le dessin d'une représentation graphique de l'état actuel des opérations (réalité) ;
- (iv) L'analyse des activités à valeur ajoutée et sans valeur ajoutée et l'identification des goulots d'étranglement ;
- (v) La détermination des causes à l'origine des attentes et les pistes d'améliorations.

Ainsi, nous avons commencé notre étude par définir son périmètre lors d'un premier atelier de réflexion avec les membres de l'équipe. Après examen de la demande (typologie, évolution, variation, etc.) et discussions,

le choix s'est porté sur les patients adultes accueillis pour des maladies pulmonaires chroniques nécessitant des rendez-vous multiples à planifier. L'étape suivante consiste à définir le macro-processus afin d'identifier les principales activités ainsi que les différents parcours possibles des patients. Il est important à ce niveau de s'attacher à décrire le processus tel qu'il est en réalité, et non comme il devrait être. Pour ce faire, nous avons opté pour un des outils du *Lean Management* : le '*GembaWalk*'. Il s'agit d'un mot japonais qui signifie 'là où se trouve la réalité' (13). Selon Demetrescoux (14), il faut aller sur le terrain et observer le déroulement réel du processus. Conformément aux recommandations de Dalton (15), nous avons observé les personnes lors de l'exécution de leur travail, là où il est réalisé et en les interviewant individuellement. L'entretien a cherché à identifier les différentes activités réalisées en précisant les acteurs, les ressources impliquées, les échanges d'informations et de documents, les problèmes rencontrés, etc. Ainsi, nous avons inclus dans notre marche chaque point d'interaction du patient avec le personnel médical, paramédical et administratif impliqué tout au long du processus de prise en charge. Des données quantitatives concernant les patients (ex. la date et l'heure des arrivées des patients, ...) ont également été obtenues et des documents officiels ont été consultés. Nous précisons également qu'il a été demandé à chaque participant de donner son consentement explicite pour l'enregistrement de l'entretien, et il aura la possibilité d'interrompre l'enregistrement à tout moment.

L'investigation sur le terrain a révélé qu'il existe plusieurs parcours possibles. Vu le chevauchement de ces flux, nous avons affiné notre périmètre d'étude en retenant le parcours le plus long englobant la totalité des activités qui constituent les sous processus de base : procédures administratives, réalisation d'une radio thorax et consultation. En effet, tout nouveau patient se présentant au service de consultations externes de pneumologie à l'hôpital Abderrahmen Mami doit se présenter muni d'une lettre de liaison pour pouvoir prendre un rendez-vous pour une radio thorax et un autre pour une consultation. Etant traités pour des pathologies chroniques, un rendez-vous pour une consultation de contrôle (avec ou sans demande de radio thorax) est aussi donné périodiquement aux patients. A son arrivée le jour du rendez-vous, le patient doit compléter les procédures administratives : inscription et paiement. Il se présente ensuite pour la radio thorax et la consultation. Pour chaque nouveau patient, un dossier

médical doit être créée. Quant aux anciens patients, il faudrait retrouver leurs dossiers médicaux avant la réalisation de la consultation.

L'étape suivante dans notre étude consiste à observer et collecter les informations nécessaires pour la création du VSM. Nous avons ainsi suivi les patients de nouveau tout au long du parcours retenus. Le processus a été détaillé. Un chronométrage a aussi été réalisé afin de (i) déterminer la durée de chaque tâche du processus et (ii) mesurer sa performance globale en calculant la durée de séjour des patients et le pourcentage total de valeur ajoutée. Pour ce faire, nous nous sommes référés aux recommandations de Jimmerson (16) qui précise qu'une trentaine de chronométrages sont suffisants pour capter la réalité des opérations. Les 30 chronométrages que nous avons ainsi réalisés pour toutes les activités représentent près de 22% des visites journalières du service.

## RÉSULTATS

### Cartographie

En se basant sur les informations recueillies, nous avons dessiné la cartographie de la chaîne de valeur en utilisant des pictogrammes représentant les différents échanges, transferts, etc. Les résultats sont représentés dans la

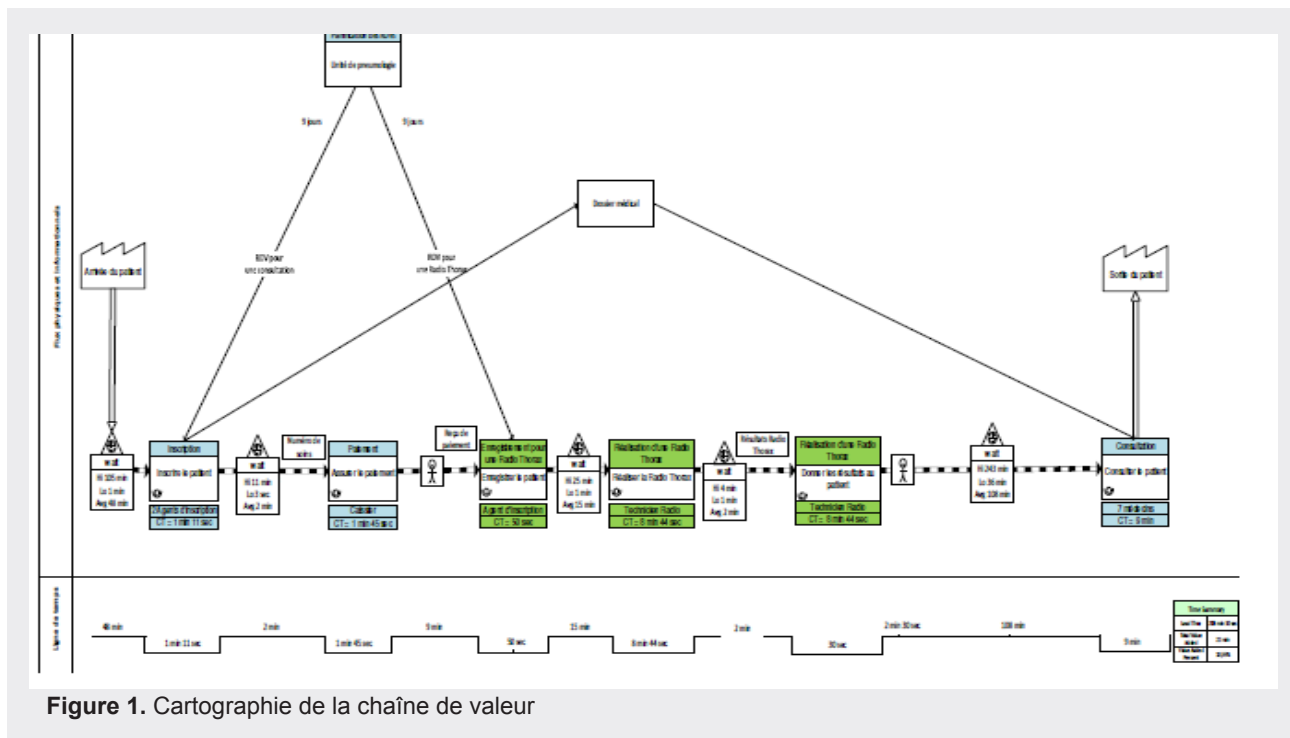
figure 1. Celle-ci permet de visualiser de manière globale le processus de prise en charge des patients ambulatoires.

### Détermination des activités avec et sans valeur ajoutée

Nous avons séparé les tâches avec et sans valeur ajoutée en dressant séparément leurs durées sur la ligne du temps de traversée du processus. Nous précisons à ce niveau qu'une tâche est dite à valeur ajoutée si elle apporte de la valeur à la fonction du service rendu. Plus précisément, selon Crane et Noon (17), une activité du processus de prise en charge est considérée comme apportant une valeur ajoutée si :

- (i) Le patient est prêt à payer pour (ou voudrait) qu'on exerce l'activité ;
- (ii) L'activité doit permettre au patient de se rapprocher de la 'guérison' ;
- (iii) L'activité doit être effectuée correctement la première fois.

Ainsi, les tâches administratives et les activités de soin sont considérées comme des opérations à valeur ajoutée. Seules les attentes et les déplacements n'apportent pas de la valeur ajoutée au patient.



### **Analyse des résultats**

La cartographie montre que le temps des activités à valeur ajoutée ne dépasse pas 10.55 % du temps total que passe le patient en moyenne lors de sa visite au service. Les temps d'attente les plus importants ont été observés entre la réalisation de la radio thorax et la consultation avec près de 108 minutes (51,80% du temps total) suivis des attentes précédant l'inscription dès l'arrivée du patient (48 minutes en moyenne, soit 23,02 %). Nous avons également observé des attentes de l'ordre de 15 minutes précédant la réalisation de la radio thorax ainsi que des déplacements auxquels correspond près de 9 minutes pour accéder au local dédié à la radiologie.

### **DISCUSSION**

La cartographie de la chaîne de valeur a permis de donner une vision globale du processus en identifiant les déplacements et les temps d'attente et en mesurant la performance globale du processus. Les temps relatifs aux activités sans valeur-ajoutée représentent des goulets d'étranglement qui ralentissent le flux.

Les résultats obtenus sont similaires à ceux rapportés par des études révélant une considérable perte de temps et une importante proportion d'activités sans valeur-ajoutée dans le secteur de la santé. A titre d'exemple, une étude réalisée dans un hôpital de jour en gynécologie à Tehran a révélé que seulement 20% des activités étaient considérées comme apportant de la valeur-ajoutée et que les patients passaient entre 79% et 85,2% de leur temps en attente (18). Les résultats d'une étude portant sur les soins primaires au Royaume-Uni ont montré que 65% des processus disponibles dans les principaux services de santé sont inutiles et peuvent être éliminés (19). Une autre étude menée aux Pays-Bas a également révélé que seulement 13,3% des activités de traitement du cancer de l'œsophage sont à valeur-ajoutée (20). Abo-Hamad, Crowe et Arisha (21) ont démontré également qu'en Irlande, 78% du processus de traitement des médicaments se réfèrent à des activités à non-valeur-ajoutée. En outre, plusieurs enquêtes ont montré que les longs délais d'attente dans les établissements de soins de santé constituent les principaux facteurs qui entravent la prestation des services et réduisent la satisfaction des patients (5,22). Les inefficacités dans le flux des patients identifiées dans de nombreux établissements de soins

de santé et prouvées dans plusieurs études ont mis en évidence la nécessité de relever les gaspillages et les activités sans valeur-ajoutée.

Pour notre cas, en éliminant ou en réduisant les étranglements, il sera possible d'améliorer le fonctionnement de l'hôpital du jour et proposer un meilleur service à ses patients en réduisant les attentes et proposant des rendez-vous proches. Pour y arriver, il est nécessaire d'analyser les causes à leur origine afin d'identifier les actions adéquates. L'investigation réalisée sur le terrain et lors d'un atelier de réflexion a permis d'identifier différents facteurs. Tout d'abord, le CHU Abderrahmen Mami a une architecture pavillonnaire. Ainsi, après avoir réalisé les procédures administratives, les patients doivent se déplacer pour réaliser la radio thorax puis revenir pour la consultation avec les résultats de cet examen. A cause de l'absence d'un système efficace de signalisation, les patients trouvent des difficultés pour atteindre facilement et rapidement leurs destinations, ce qui les retarde davantage. Il faudrait par conséquent améliorer ce système pour faciliter l'orientation des patients.

Nous avons également identifié comme cause commune aux attentes au niveau des procédures administratives, de la réalisation des radios ainsi que des consultations, la mauvaise gestion de prise des rendez-vous. En effet, contrairement aux recommandations de la littérature (23), les rendez-vous proposés aux patients sont définis uniquement par une date non accompagnée d'un horaire. Par conséquent, 80% des patients se présentent entre 7h et 9h du matin. Ceci crée de longues files d'attente pour les patients, une charge de travail très variable dans la journée, une mauvaise organisation des flux générant un grand encombrement et des tensions vis-à-vis du personnel. Notons que l'inefficacité du système de prise de rendez-vous a été démontrée dans la littérature comme étant une des causes les plus importantes à l'origine des temps d'attente prolongés et la source de nombreux problèmes dans les hôpitaux de jour (18,24). Les résultats des diverses études ont prouvé qu'il s'agit d'un facteur majeur dans la minimisation des délais d'attente et la maximisation de l'exploitation des ressources hospitalières (25). Il est ainsi nécessaire de développer un système efficace de planification des rendez-vous permettant de définir pour chaque patient le ou les rendez-vous relatifs à sa prise en charge. Ce type de problématique a été largement abordé dans la littérature ces dernières années.



Nous avons également constaté que les attentes sont amplifiées au niveau de la consultation à cause du manque d'anticipation pour la préparation des dossiers médicaux. Ces derniers sont très mal gérés (organisation, identification, classement, etc.) en absence d'un système d'information efficace. Les infirmiers mettent parfois des temps importants pour les trouver. Le risque de perte est aussi élevé. Certaines consultations sont retardées, ce qui augmente les temps d'attente. Une étude menée à l'hôpital de jour du CHU de Strasbourg a révélé que le traitement des dossiers médicaux est une activité relativement longue qui peut durer entre 5 et 20 minutes selon les informations manquantes, ce qui entraîne des retards dans la prise en charge (2). Les auteurs ont également prouvé que le manque d'anticipation ou de préparation causent des délais importants et une charge de travail très variable au cours de la journée. Informatiser les dossiers médicaux et les échanges des résultats des différents examens tout en anticipant leur préparation sont les pistes à explorer pour remédier à ces problèmes. Un projet national portant sur cette problématique est déjà en cours de réalisation.

### CONCLUSION

Dans cette étude, nous avons appliqué la cartographie de la chaîne de valeur du processus de prise en charge des patients ambulatoires d'un hôpital de jour de pneumologie. Elle nous a fourni une vision globale non seulement des flux physiques et informationnels mais aussi des temps des activités du processus, des déplacements et des temps d'attente. En l'analysant, nous avons réussi à identifier les principales causes à l'origine des attentes ainsi que les avenues d'amélioration qui se résument par l'optimisation de la planification des rendez-vous et l'amélioration de la signalisation et du système de gestion des dossiers médicaux. Ces solutions devraient permettre la réduction des temps de passage des patients et l'amélioration de la performance globale de l'hôpital de jour.

Aux termes de cette étude, nous pensons que les limites de notre recherche concernent essentiellement l'évaluation des apports des recommandations. En effet, il est possible de coupler les outils du Lean Management que nous avons utilisé avec la simulation par événements discrets. Ceci permettrait d'estimer 'à priori' l'impact des recommandations proposées sur (i) les durées des opérations, (ii) la durée totale de séjour et (iii) le pourcentage de valeur ajoutée.

Comme perspectives, nous proposerons dans des travaux futurs d'inscrire cette étude dans le cadre d'une approche processus permettant de surveiller, évaluer et corriger périodiquement le système afin de le piloter d'une façon efficace.

**Conflit d'intérêts :** Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflit d'intérêts.

### RÉFÉRENCES

1. Fontanet A. L'environnement hospitalier: un environnement complexe. *Le Journal des psychologues* 2007;9:26-8.
2. Laurainne P, Jobin MH, Cordeau JF, Becker G, Shanti A, Kurtz JE, Gourieux B. Optimisation du parcours patient en Hôpital de Jour en oncohématologie par simulation intégrée à une démarche kaizen. *Logistique & Management* 2017;25(1):34-42.
3. ISO 9000:2015. Systèmes de management de la qualité – Principes essentiels et vocabulaire.
4. Brandenburg H, Wojtyna JP. L'approche processus, mode d'emploi. Editions Eyrolles 2006.
5. Henrique DB, Rentes AF, Godinho Filho M, Esposto KF. A new value stream mapping approach for healthcare environments. *Production Planning & Control* 2016;27(1):24-48.
6. Costa LB, Godinho Filho M. Lean healthcare: review, classification and analysis of literature. *Production Planning & Control* 2016;27(10):823-36.
7. Majjala R, Eloranta S, Reunanen T, Ikonen TS. Successful implementation of lean as a managerial principle in health care: a conceptual analysis from systematic literature review. *International journal of technology assessment in health care* 2018;34(2):134-146.
8. Parkhi SS. Lean management practices in healthcare sector: a literature review. *Benchmarking: An International Journal* 2019;26(4):1275-1289.
9. Rother M, Shook J. Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda. *Lean Enterprise Institute* 2003.
10. Nash MA, Poling SR. Mapping the total value stream: a comprehensive guide for production and transactional processes. *Productivity Press* 2011.
11. HaronSH, RamlanR, AhmadK, Ahmad AA. Value Stream Mapping Implementation in Healthcare a Literature Review. *The Social Sciences* 2017;12(6):977-983.
12. Tapping D, Shuker T. Value Stream Management for the Lean Office: eight steps to planning, mapping, & sustaining lean improvements in administrative areas. *CRC Press* 2003.
13. Hafey RB. Lean safety Gemba walks: A methodology for workforce engagement and culture change. *CRC Press* 2014.

14. Demetrescoux R. La boîte à outils du Lean. Dunod 2015.
15. Dalton, J. Gemba walks. In: Great Big Agile. Berkeley, California: Apress, 2019:173-174.
16. Jimmerson C. Value stream mapping for healthcare made easy. Productivity Press 2010.
17. Crane J, Noon C. The definitive guide to emergency department operational improvement: employing lean principles with current ED best practices to create the "no wait" department. CRC Press 2019.
18. Anisi S, Marzban S, Zarei E, Sepehri MM. Identifying process improvement opportunities in gynecology clinic by value stream mapping. IIOAB Journal 2017;8(1):27-32.
19. Sirriyeh R, Lawton R, Gardner P, Armitage G. Coping with medical error: a systematic review of papers to assess the effects of involvement in medical errors on healthcare professionals' psychological well-being. Quality and safety in health care 2010;19(6):e43-e43.
20. Aij KH, Widdershoven G, Visse M. Lean process mapping techniques: improving the care process for patients with oesophageal cancer. Global Journal of Management And Business Research 2014;14(2):57-64.
21. Abo-Hamad W, Crowe J, Arisha A. Towards leaner healthcare facility: application of simulation modelling and value stream mapping. In Proceedings of the International Workshop on Innovative Simulation for Healthcare (I-WISH). Vienna: Austria, 2012.
22. Nasiri PA, Jahangiri K, Aghamohamadi S. Study of waiting times in shahid dastani's specialized clinics of shariati hospital using by six sigma model. Payavard-Salamat 2010;4(3),50-59.
23. Cayirli T, Veral E. Outpatient scheduling in health care: a review of literature. Production and operations management 2003;12(4):519-549.
24. Hong TS, Shang PP, Arumugam M, Yusuff RM. Use of simulation to solve outpatient clinic problems: a review of the literature. South African Journal of Industrial Engineering 2013;24(3):27-47.
25. Ahmadi-Javid A, Jalali Z, Klassen KJ. Outpatient appointment systems in healthcare: A review of optimization studies. European Journal of Operational Research 2017;258(1):3-34.