

Scores de prédiction du risque périopératoire

Dr. Maria Cheresheva and Dr. Ximena Watson

Anesthésiologiste Registrars, Croydon University Hospital, UK

Dr. Mark Hamilton

Anesthésiologiste Consultant, St Georges Hospital, UK

Edited by

Dr. Harjot Singh

Correspondance à atotw@wfsahq.org



13 Décembre 2016

QUESTIONS

Avant de continuer, essayez de répondre aux questions suivantes. On peut trouver les réponses à la fin de l'article.

Répondre par Vrai ou Faux

1. En ce qui concerne les outils de prédiction des risques :

- A. Ils sont couramment utilisés
- B. Le jugement clinique seul est suffisant pour prédire les résultats des patients après la chirurgie
- C. Ils peuvent être utilisés dans toutes les populations de patients
- D. Ils doivent être bien validés
- E. Ils prévoient avec précision les résultats à long terme

2. En ce qui concerne les outils de prédiction des risques spécifiques :

- A. Le score APACHE utilise trois facteurs pour les patients (maladie préexistante, réserve de patients et gravité de la maladie aiguë) pour prédire les résultats à long terme
- B. V-POSSUM est couramment utilisé pour prédire les complications chez les patients à haut risque subissant une chirurgie vasculaire
- C. Le score de Child-Turcotte-Pugh est plus précis que le modèle de la maladie du foie en phase terminale pour la prédiction de la mortalité péri-opératoire chez les patients subissant une greffe de foie
- D. La méthode d'évaluation fonctionnelle objective est actuellement utilisée couramment pour évaluer les patients à haut risque subissant une chirurgie majeure
- E. Il n'existe aucun outil spécifique de prédiction du risque pour la chirurgie valvulaire cardiaque

3. En ce qui concerne les outils d'appréciation des risques spécifiques du patient :

- A. La classification de l'American Society of Anesthesiologists (ASA) est le système le plus largement utilisé pour évaluer les risques pour l'anesthésie et la chirurgie
- B. Lors de la prévision de la probabilité d'une lésion rénale péri-opératoire, sept facteurs de risque indépendants ont été identifiés
- C. Le test d'effort cardio-pulmonaire est applicable à tous les types de chirurgie
- D. L'index révisé du risque cardiaque peut être utilisé pour prédire les différentes complications péri-opératoires
- E. Lors de la prévision des complications respiratoires: la plupart des facteurs identifiés comme prédicteurs du développement d'une pneumopathie sont également utiles pour prédire le développement d'une insuffisance respiratoire

Mots clés

- Les systèmes de prédiction du risque utilisent de multiples variables spécifiques aux patients et des modèles mathématiques construits à partir de grands ensembles de données pour fournir une évaluation quantitative du risque
- La prédiction exacte des risques permet d'identifier les patients à haut risque et améliore la prise de décision, y compris l'affectation des ressources de soins critiques
- La stratification des risques devrait être systématiquement documentée pour les patients à haut risque
- Aucun outil de stratification du risque ne remplit toutes les caractéristiques d'un système de notation idéal et doit être utilisé en tenant compte de ses limites

INTRODUCTION

Au Royaume-Uni, le premier rapport de la National Emergency Laparotomy Audit (NELA), publié en juin 2015, a souligné le fait que les patients qui n'étaient pas évalués avant la chirurgie ne recevaient pas le niveau de soins adéquats¹. Le rapport souligne également que la documentation sur les risques aide les patients et leurs familles à apprécier les implications de la chirurgie et aide à la prise multidisciplinaire de décision.

Il a été démontré que si le jugement clinique est important, seul il ne suffit pas pour prédire les complications postopératoires². Par conséquent, une variété d'outils de prédiction du risque a été développée pour identifier les patients à haut risque. Ces outils comprennent des tests d'effort, des dosages de biomarqueurs et des calculs de stratification de risque. Cependant, comme les tests d'effort ne sont pas systématiquement disponibles et que les dosages de biomarqueurs sont encore à leurs débuts, les outils de stratification du

Souscrivez aux tutoriels ATOTW en visitant www.wfsahq.org/resources/anaesthesia-tutorial-of-the-week

risque permettent une évaluation rapide des patients.

En plus d'évaluer les patients, les scores ont été utilisés pour stratifier ou comparer les caractéristiques de base dans les essais cliniques. Ils ont également été utilisés pour comparer les résultats observés et attendus pour les chirurgiens, les différents centres, les régions, et ont été utilisés pour le suivi à long terme.

Il existe différents scores disponibles, qui peuvent être classés dans la catégorie des risques propres à la chirurgie et spécifiques aux patients. Le score idéal doit répondre aux critères suivants:

- Utilise les caractéristiques / données du patient habituellement disponibles
- Facile d'accès
- Largement validé dans différentes populations
- Applicable aux différentes populations de patients et à tous les groupes démographiques
- Capable de prédire avec précision les résultats post-opératoires, y compris après la sortie, ayant à la fois une sensibilité et une spécificité élevées

Aucun système de prévision de risque ne satisfait actuellement tous les critères ci-dessus.

EVALUATION DU RISQUE

L'objectif de l'évaluation des risques est de quantifier le risque pour les patients devant subir une intervention chirurgicale afin de permettre une prise de décision opératoire, y compris pour les soins postopératoires, et une discussion du risque avec le patient et le chirurgien. L'évaluation préopératoire du risque commence par identifier le type de chirurgie qui va être effectuée et l'état physique d'un patient qui l'aura. Ces deux facteurs détermineront le risque de complications - un patient avec plusieurs co-morbidités est à un risque relativement faible (<1%) de développer des complications cardiaques majeurs pour une chirurgie de la cataracte ; d'autre part, un patient sans co-morbidité est à un risque relativement élevé (> 5%) si il subit une chirurgie majeure telle qu'une réparation valvulaire aortique. La figure 1 montre le risque spécifique de chirurgie selon le type de chirurgie que le patient va avoir.

Chirurgie à faible risque Risque cardiaque <1%	Chirurgie à risque intermédiaire Risque cardiaque <5%	Chirurgie à haut risque Risque cardiaque >5%
Chirurgie ophtalmologique	Majeur intra-abdominale (non vasculaire)	Réparation aortique (anévrisme, dissection)
Mineure tête et cou	Intra-thoracique (non endoscopique)	Vasculaire majeure non carotidien
Biopsies et procédures superficielles	Orthopédique majeure	Chirurgie vasculaire périphérique
Opérations mineures de la prostate (exemple cystoscopie)	Majeure tête et cou Prostatectomie radicale	Major emergency procédures Procédures prolongées avec de larges pertes hydriques/pertes sanguines

Figure 1. Risque chirurgical spécifique

SCORES DE STRATIFICATION DU RISQUE SPECIFIQUE CHIRURGICAL

Voici la description des différents scores de prédiction des risques actuellement utilisés pour différents types de chirurgie.

Chirurgie générale

Depuis la publication du rapport de la NELA, des outils de prédiction du risque tels que le Physiological and Operative Severity Score for the enUmeration of Mortality and Morbidity (POSSUM), en particulier Portsmouth (P) - POSSUM ont été adoptés pour évaluer les patients à risque élevé dans de nombreux centres³. P-POSSUM est conçu pour calculer le risque en préopératoire. D'autres résultats semblables, tels que l'outil SORT (Risk Outcome Risk Tool)⁴, le Programme national d'amélioration de la qualité chirurgicale du Collège américain des chirurgiens (ACS NSQIP)⁵ et le score largement utilisé en réanimation Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACHE II) a aussi été adopté⁶. Le score APACHE est calculé après l'intervention. La figure 2 résume les avantages et les inconvénients de ces outils de prédiction du risque.

Chirurgie cardiaque

Le score de prédiction du risque le plus largement utilisé en chirurgie cardiaque au Royaume-Uni est l'European System for Cardiac Operative Risk Evaluation (EuroSCORE)⁷. Celui-ci a été développé à la fin des années 1990 et fournit une évaluation robuste, qui peut être facilement calculée au chevet des patients subissant un pontage coronarien (CABG). Le score est basé sur 17 caractéristiques cliniques de trois catégories (facteurs patient / facteurs cardiaques / facteurs opérationnels liés), chacun pondéré en conséquence. L'EuroSCORE a été validé au Royaume-Uni, en Europe et en Amérique du Nord et s'est avéré être précis dans la prédiction des complications majeures. Il existe deux modèles de calcul : l'addition simple EuroSCORE et l'intégral logistique EuroSCORE⁸. Il a été montré que ce dernier fournit une prédiction plus précise pour les patients à haut risque. Cependant, depuis 2011, les scores additifs et logistiques ont été remplacés par l'EuroSCORE II⁹ plus précis. L'EuroSCORE II est basé sur 18 caractéristiques cliniques.

Le score de risque de mortalité de la Société des chirurgiens thoraciques (STS)¹⁰ est l'autre système de stratification du risque actuellement utilisé en chirurgie cardiaque, et a été développé à partir de la base de données de la Société des chirurgiens thoraciques pour des patients subissant une chirurgie cardiaque aux États-Unis. Le score STS utilise plus de

40 paramètres cliniques pour calculer le taux de mortalité. D'après la littérature, l'EuroScore et le score STS semblent être de bon prédicteur de la mortalité post-opératoire, cependant l'EuroScore est plus couramment utilisé au Royaume-Uni.

Outil de prédiction du risque	Description	Avantages	Inconvénients
APACHE II	12 variables mesurées pendant les 24 premières heures <ul style="list-style-type: none"> • Items physiologiques • Co-morbidités • Type d'admission 	Bien connu Risque individuel de morbidité et de mortalité	Décrit pour la réanimation, non pour une utilisation péri-opératoire Nécessite de multiples variables et les données doivent être renseignées dans les 24 premières heures de l'admission
POSSUM	12 variables physiologiques et 6 opératoires	Meilleure connaissance Bien validée	Problèmes de sur et sous estimation de la mortalité
SORT	Six variables préopératoires <ul style="list-style-type: none"> • Type de chirurgie • Urgence de la chirurgie • ASA du patient Score développé pour le Royaume-Uni	Facile et rapide à utiliser	Nouvel outil mais cependant sans validation externe Non spécifique du patient, donne seulement un risque général de la procédure
ACS NSQIP Calculateur du risque chirurgical	21 facteurs de risque préopératoire	Risques spécifiques du patient	Ne prend pas en compte l'urgence de la procédure Pas largement diffusé Non validé pour la chirurgie urgente

Figure 2. Comparaison des scores de prédiction du risque pour les patients opérés en chirurgie générale

Chirurgie valvulaire cardiaque

La chirurgie valvulaire cardiaque est le deuxième acte le plus courant de chirurgie cardiaque. Bien que les scores EuroScore et STS puissent être utilisés pour calculer la mortalité pour la chirurgie valvulaire cardiaque, un modèle spécifique de stratification du risque pour la valve aortique et/ou valve mitrale avec ou sans pontage coronarien a été développé. Le score d'Ambler¹¹ a été développé spécifiquement pour calculer la mortalité intra-hospitalière pour les patients subissant une chirurgie valvulaire cardiaque. Ce modèle a été développé au Royaume-Uni à l'aide de la base de données nationales et a inclus plus de 32000 patients pour développer et valider ce score de stratification du risque.

Chirurgie vasculaire

Vasculaire-POSSUM a été développé afin de faciliter la prédiction du risque de mortalité hospitalière chez les patients subissant une chirurgie vasculaire majeure. Il a été développé par la Société de Chirurgie Vasculaire de Grande-Bretagne et d'Irlande, où l'équation de régression de la mortalité initiale de POSSUM a été modifiée pour produire une équation de régression (V-POSSUM) qui peut être spécifiquement utilisée dans la chirurgie vasculaire majeure. Au cours du développement et de la validation de cet outil, on a constaté que le score V-POSSUM surestimait la mortalité prévue. Bien que, il soit peu utilisé, il est encore un outil de risque spécifique disponible pour ce type de chirurgie.

SCORES DE STRATIFICATION DU RISQUE SPECIFIQUE DU PATIENT

La seconde partie de l'équation du risque est influencée par la santé du patient. La classification de l'American Society of Anesthesiologists (ASA) sur l'état physique (PS) donne une impression globale de l'état clinique du patient qui est en corrélation avec les résultats post-opératoires. Il a été développé à l'origine en 1941 dans le but de fournir une base pour comparer les données statistiques d'anesthésie¹². Cependant, il est maintenant le système le plus largement utilisé pour fournir l'évaluation des risques de l'anesthésie et la chirurgie. Les différentes classes ASA se sont révélées être de bons prédicteurs de la mortalité¹³ et il a également été démontré que la morbidité post-opératoire varie également selon les différentes classes ASA¹⁴. En plus d'avoir une évaluation globale, des traits spécifiques ont été identifiés qui peuvent prédisposer les patients à des résultats post-opératoires médiocres et les plus courants sont discutés ci-dessous.

Évaluation du risque cardiaque

Le risque cardiaque est la complication la plus étudiée de la chirurgie. L'outil de prédiction du risque bien connu et largement utilisé est l'index révisé du risque cardiaque¹⁵. Six facteurs de risque indépendants ont été identifiés mais plutôt que de pondérer chacun de ces facteurs, les auteurs ont désigné les classes de risque par le nombre de facteurs de risque (figure 3). Les patients sans facteur de risque sont classés dans la classe de risque la plus faible (I), tandis que ceux qui en ont trois ou plus sont classés dans la catégorie de risque la plus élevée (IV). L'index de risque cardiaque révisé est un système simple et bien validé; Toutefois, il ne peut être utilisé que pour prédire un risque majeur de complications cardiaques après une chirurgie non cardiaque.

Évaluation du risque respiratoire

La fonction pulmonaire est grandement affectée chez les patients opérés. Les complications pulmonaires sont fréquentes après la chirurgie et entraînent une morbidité importante après l'opération. Contrairement à la prédiction du risque cardiaque, il n'existe actuellement aucun modèle validé de stratification du risque pulmonaire. Cependant, l'American College of Physicians a adopté plusieurs échelles pour évaluer le risque de développer des complications respiratoires spécifiques telles que l'insuffisance respiratoire aiguë (figure 4)¹⁶ et la pneumopathie (figure 5)¹⁶.

Ces échelles ont été constituées à partir de deux études de cohorte réalisées par Arozullah et ses collègues^{17,18}. Ces études de cohorte ont été menées de manière indépendante en utilisant les données sur les patients du ministère des Anciens Combattants NSQUIP. Les auteurs ont analysé les données des patients qui ont subi une variété de procédures chirurgicales non cardiaques, y compris les résections pulmonaires. Les chirurgies de transplantation n'étaient pas incluses. Les données ont été analysées en utilisant le modèle de régression logistique et les variables indépendantes ont été utilisées pour développer les deux systèmes. Pour produire les scores, on a attribué à chaque variable une valeur dépendante des coefficients de régression, les valeurs les plus élevées étant plus importantes dans la détermination des résultats. Le type de chirurgie était le prédicteur le plus significatif à la fois dans le développement de l'insuffisance respiratoire postopératoire et d'une pneumopathie. La plupart des facteurs identifiés comme prédicteurs du développement d'une pneumopathie ont également été significatifs dans la prédiction du développement de l'insuffisance respiratoire.

Prédicteurs indépendant de complications postopératoires			
Chirurgie à haut risqué			
Antécédent de maladie ischémique cardiaque			
Antécédent d'insuffisance cardiaque congestive			
Traitement à l'insuline pour le diabète			
Antécédent de maladie vasculaire cérébrale			
Créatinine plasmatique pré-opératoire >2.0 mg/dl (176.8µmol/L)			
Classe de risque	Nombre de facteurs de risqué	Risque de complications majeures	
I	0	0.4%	
II	1	0.9%	
III	2	7.0%	
IV	3 ou plus	11%	

Figure 3. Index cardiaque révisé

Facteur de risqué	Score	Classe	Score	Risque%
Réparation de l'anévrisme de l'aorte abdominale	27	1	≤10	0.5
Thoracique	14	2	11–19	1.8
Chirurgie abdominale sus-mésocolique, vasculaire périphérique ou neurochirurgie	21	3	20–27	4.2
Cou	11	4	28–40	10.1
Chirurgie en urgence	11	5	≥40	26.6
Albumine <3.0 mg dL ⁻¹	9			
Urée plasmatique >30 mg dL ⁻¹	8			
État fonctionnel totalement ou partiellement dépendant	7			
BPCO	6			
Age ≥70 ans	6			
Age 60–69 ans	4			

Figure 4. Facteurs de risque d'insuffisance respiratoire aiguë en période postopératoire de chirurgie générale non cardiaque.

Facteur de risqué	Score	Classe	Score	Risque%
Type de chirurgie		1	0–15	0.24
Réparation de l'anévrisme de l'aorte abdominale	15	2	16–25	1.2
Thoracique haut	14	3	26–40	4.0
Sus-mésocolique abdominale	10	4	41–55	9.4
Cou ou neurochirurgie	08	5	>55	15.8
Vasculaire	03			
Age (ans)				
≥80	17			
70–79	13			
60–69	09			
50–59	04			
Statut fonctionnel				
Totalement dépendent	10			
Partiellement dépendent	6			
Perte de poids > 10% au cours des 10 derniers mois	7			
PBCO	5			
Anesthésie Générale	4			
Modification du sensorium	4			
Antécédent d'AVC	4			
Urée (mg dL⁻¹)				
<8	4			
22–30	2			
≥30	3			
Transfusion de plus de 4 culots globulaires	3			
Chirurgie en urgencies	3			
Prise au long court de corticoids	3			
Tabagisme l'année précédente	3			
Consommation d'alcool > 2 doses au cours des 2 dernières semaines	2			

Figure 5. Facteurs de risque de pneumopathie postopératoire en chirurgie générale non cardiaque.

Évaluation du risque d'atteinte rénale péri-opératoire

Les atteintes rénales aiguës sont associées à une augmentation de la durée du séjour, du coût, de la morbidité et de la mortalité. Les sept facteurs de risque indépendants ont été identifiés par une étude prospective dans un centre unique qui comprenait plus de 15000 patients ayant une fonction rénale normale, qui ont subi une chirurgie non-cardiaque¹⁹. Il s'agissait de: âge > 59, chirurgie d'urgence, maladie hépatique chronique, IMC > 32, chirurgie à haut risque, maladie vasculaire périphérique et BPCO nécessitant une thérapie bronchodilatatrice. L'étude a également identifié trois facteurs peropératoires: dose totale de vasopresseur administrée, utilisation d'une perfusion vasopressive et administration d'un diurétique. À la suite de cette publication, l'American College of Surgeons - Programme national d'amélioration de la qualité chirurgicale- a identifié d'autres facteurs de risque (tableaux 6)²⁰ et a créé le système de classification du risque d'atteinte aiguë des reins. Cependant, les facteurs de risque peropératoires n'ont pas été étudiés et ce système n'a pas été validé dans d'autres populations ou pays.

Facteurs de risque	Classe de risque	Nombre de facteurs de risque	Risque de complications majeurs
Age >56 ans	I	0-2	0.2%
Sexe masculine	II	3	0.8%
Défaillance cardiaque congestive aigue	III	4	2.0%
Ascites	IV	5	3.6%
Hypertension	V	6+	9.5%
Chirurgie urgente			
Chirurgie intrapéritonéale			
Insuffisance rénale – faible ou modérée			
Diabète sucré – traitement oral ou insuline			

Figure 6. Système de classification de l'indice de risque de lésions rénales aiguës en chirurgie générale

Évaluation du risque chez les patients atteints d'une maladie du foie

Depuis les années 1970, le principal critère d'évaluation de la morbidité et de la mortalité péri-opératoires chez les patients atteints de cirrhose hépatique est le score Child-Turcotte-Pugh (CTP), basé sur les taux de bilirubine, d'albumine, du rapport international normalisé (INR), de la gravité de l'encéphalopathie et de l'ascite. La plupart des études ont constamment rapporté les mêmes résultats péri-opératoires, p. Ex. Les taux de mortalité chez les patients opérés étaient de 10% chez les enfants de classe A, de 30% chez les enfants de classe B et de 76% à 82% chez les enfants de cirrhoses de classe C²¹.

Récemment, un modèle différent a été utilisé pour prédire la mortalité péri-opératoire. MELD (modèle pour la maladie du foie en phase terminale) est maintenant utilisé pour stratifier le risque des patients en attente de transplantation hépatique et plus récemment utilisé pour prédire la mortalité péri-opératoire. Le score MELD est un modèle de régression linéaire basé sur la bilirubine sérique, la créatinine, et l'INR. Le score MELD présente plusieurs avantages par rapport au score CTP : il pondère les variables; Elle ne s'appuie pas sur des valeurs arbitraires de coupure arbitraires et semble plus objective. Chaque augmentation ponctuelle du score MELD apporte une contribution supplémentaire au risque et semble donc plus précise dans la prédiction de la mortalité péri-opératoire²². L'utilisation du score MELD et de la classe Child ne s'excluent pas mutuellement et peuvent se compléter.

EVALUATION CAPACITE FONCTIONNELLE

Un domaine d'évaluation qui est très populaire à l'heure actuelle est l'évaluation fonctionnelle du patient. Bien que l'évaluation fonctionnelle ait joué un rôle important dans l'évaluation préopératoire avant l'ablation d'organes (par exemple, les tests pulmonaires avant la résection pulmonaire), elle a récemment été utilisée pour évaluer les patients ayant des comorbidités de longue date pour prédire leur morbidité et leur mortalité post-opératoires. Le test d'effort cardio-pulmonaire évalue l'état fonctionnel des patients par l'utilisation de paliers d'exercices physiques supplémentaires. Le point final est de calculer comment le système cardio-pulmonaire du patient peut oxygéner le corps et donc faire face au stress de la chirurgie. Il a été démontré que l'exercice cardio-pulmonaire a une bonne valeur prédictive de la morbidité dans la chirurgie de résection pulmonaire et qu'il est de plus en plus validé dans la chirurgie vasculaire, hépatique et à risque élevé, y compris la préparation aux greffes^{23, 24}. Cependant, il n'est pas couramment disponible dans de nombreux centres et son applicabilité à tous les types de chirurgie est discutable.

RESUME

De nouvelles données indiquent que l'évaluation des risques a une différence significative pour les résultats des patients. Il contribue à améliorer la prise de décision multidisciplinaire, l'allocation des ressources de soins critiques et la communication avec les patients. La documentation sur les risques est importante et devrait être une pratique courante, surtout dans les groupes de patients à haut risque. Grâce aux améliorations apportées à la validation et à l'accessibilité des différents outils de stratification du risque, il est maintenant temps de considérer leur utilisation comme faisant partie de l'évaluation préopératoire standard.

REPONSES AUX QUESTIONS

1. En ce qui concerne les outils de prédiction des risques :

- a. **Faux** : Selon NCEPOD «Connaître le risque», seuls 37/496 (7,5%) patients qui étaient considérés comme à haut risque par leur anesthésiste avaient une estimation du risque de décès après chirurgie documenté dans leur dossier hospitalier.
- b. **Faux** : Le jugement clinique est important mais il ne suffit pas à prédire les complications postopératoires.
- c. **Vrai**
- d. **Vrai**
- e. **Faux** : Aucune prédiction de ce type n'existe actuellement.

2. En ce qui concerne les outils de prédiction des risques spécifiques :

- a. **Vrai** : Le score APACHE utilise trois facteurs pour les patients (maladie préexistante, réserve de patients et gravité de la maladie aiguë) pour prédire les résultats
- b. **Faux** : Il est rarement utilisé car il surestime la mortalité.
- c. **Faux** : Le score MELD présente plusieurs avantages par rapport au score CTP : il pondère les variables; Il ne s'appuie pas sur des valeurs arbitraires de coupure et semble plus objectif.
- d. **Faux** : Les évaluations fonctionnelles telles que le test d'effort cardio-pulmonaire ne sont pas systématiquement disponibles dans tous les centres
- e. **Faux** : Ambler a été développé spécifiquement pour calculer la mortalité hospitalière chez les patients subissant une chirurgie valvulaire cardiaque.

3. En ce qui concerne les outils d'appréciation des risques spécifiques du patient :

- a. **Vrai**
- b. **Faux** : Les sept facteurs de risque indépendants sont l'âge > 59, la chirurgie d'urgence, la maladie chronique du foie, l'IMC > 32, la chirurgie à risque élevé, la maladie vasculaire périphérique et la BPCO nécessitant un traitement bronchodilatateur.
- c. **Faux**: son applicabilité à tous les types de chirurgie est discutable.
- d. **Faux** : Il ne prédit que les complications cardiaques.
- e. **Vrai**

REMERCIEMENTS

Nous aimerions remercier le Dr Steve Copplestone pour l'examen de cet article.

REFERENCES ET LECTURES COMPLEMENTAIRES

1. NELA project team. First patient report of the National Emergency Laparotomy Audit. RCoA London, 2015
2. Wong DT, Knaus WA. Predicting outcome in critical care: the current status of the APACHE prognostic scoring system. *Can J Anaesth* 1991 38: 374– 83
3. Prytherch DR, Whiteley MS, Higgins B et al. POSSUM and Portsmouth POSSUM for predicting mortality. Physiological and Operative Severity Score for the enUmeration of mortality and morbidity. *Br J Surg* 1998, 85:1217-1220
4. Protopapa KL, Simpson JC, Smith NCE, et al. Development and validation of the Surgical Outcome Risk Tool (SORT). *Br J Surg* 2014 101:1774-1783
5. Bilimoria KY, Liu Y, Paruch JL et al Development and evaluation of the ACS NSQIP surgical risk calculator: A decision aid and Informed consent tool for Patients and Surgeons. *J Amer Coll Surg* 2013 217 (5)833-842
6. Goffi L, Saba V, Ghiselli R et al. Preoperative APACHE II and ASA scores in patients having major general surgical operations: prognostic value and potential clinical applications. *Eur J Surg* 1999 165:730-735.

7. [Nashef SA, Roques F, Michel P, Gauducheau E, Lemeshow S, Salamon R](#). European system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). *Eur J Cardiothorac Surg*. 1999 16(1):9-13.
8. [Roques F, Michel P, Goldstone AR, Nashef SA](#). The logistic EuroSCORE. *Eur Heart J*. 2003 May;24(9):882-3
9. Nashef SA, Roques F, Sharples LD, et al. EuroSCORE II. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2012 41:734–745.
10. Anderson RP. First publications from the Society of Thoracic Surgeons National Database. *Ann Thorac Surg* 1994 57: 6-7
11. [Ambler G, Omar RZ, Royston P, Kinsman R, Keogh BE, Taylor KM](#). Generic, simple risk stratification model for heart valve surgery. *Circulation* 2005 112: 224-31.
12. Saklad M. Grading of patients for surgical procedures. *Anesthesiology* 1941 2:281-284
13. Wolters U, Wolf T, Stutzer H, Shroder T. ASA classification and per-operative variables as predictors of postoperative outcomes. *Br J Anaesth* 1996 77:217-222
14. Wolters U, Wolf T, Stutzer H, Shroder T, Pichlmaier H. Risk factors, complications and outcome in surgery: a multivariate analysis. *Eur J Surg* 1997 163:563-568
15. Lee TH, Marcantonio, ER, Mangione CM et al. Derivation and prospective validation of a simple index for prediction of cardiac risk of major non-cardiac surgery. 1999 *Circulation* 100 (10): 1043–1049.
16. Smetana G.W., Lawrence V.A., Cornell J.E.. Preoperative pulmonary risk stratification for non-cardiothoracic surgery: systematic review for the American College of Physicians
Ann Intern Med 2006, 144:581–595
17. Khuri SF. Multifactorial risk index for predicting postoperative respiratory failure in men after major non-cardiac surgery. The National Veterans Administration Surgical Quality Improvement Program. *Ann Surg*, 2000 232:242–253
18. Arozullah AM, Daley J, Henderson WG, Daley J. Development and validation of a multifactorial risk index for predicting postoperative pneumonia after major non-cardiac surgery. *Ann Intern Med*, 2001 135:847–857
19. Kheterpal S, Tremper KK, Englesbe MJ et al. [Predictors of postoperative acute renal failure after noncardiac surgery in patients with previously normal renal function](#). *Anesthesiology*. 2007. 107(6):892-902
20. [Kheterpal S, Tremper KK, Heung M](#) et al. Development and validation of an acute kidney injury risk index for patients undergoing general surgery: results from a national data set. *Anesthesiology*. 2009. 110(3):505-15
21. Friedman LS. Surgery in the patient with liver disease. *Trans Am Clin Climatol Assoc*. 2010 121:192-205
22. O'Leary JG, Friedman LS. Predicting surgical risk in patients with cirrhosis: from art to science. *Gastroenterology*. 2007 132:1609–11.
23. Carlisle J, Swart M. Mid-term survival after abdominal aortic aneurysm surgery predicted by cardiopulmonary exercise testing. *Br J Surg*. 2007 94:966–969.
24. Epstein SK, Freeman RB, Khayat A, Unterborn JN, Pratt DS, Kaplan MM. Aerobic capacity is associated with 100-day outcome after hepatic transplantation. *Liver Transpl* 2004 10:418–424



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Unported License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>