



## A Model for Teaching the Determinants of Cardiac Output

Susan Gail Morris, RN, BN, MEd, CNCC(C), CCN(C)

There is an abundance of literature to support the observation that decision-making among novice nurses occurs in a linear and task-oriented fashion (Benner, 1984; Benner, Hooper-Kyriakidis, & Stannard, 1999; Tanner, 2006; Yancey, 2005). Traditionally, over a period of time (one to five years), clinical experience and mentorship allowed the novice nurse to move from reliance on abstract principles to application of concrete experience (Benner, 1984). This tradition is being forced out by the changes in the Canadian health care system. The current nursing shortage has changed hiring practices and nurse managers often hire graduate nurses directly into critical care areas. As clinical nurse educators (CNE), we must rethink our continuing education strategies and acquire the facilitation tools to expedite the critical thinking process. Gillespie and Paterson (2009) assert "It is clearly not feasible to simply wait for nurses to develop sufficient experiential knowledge to ensure that their decisions will be accurate and safe" (p. 164).

What tools are available to clinical nurse educators to assist with this change in continuing education practice? The discussion that follows will look at one aspect of cardiovascular nursing education: understanding hemodynamic concepts. The author will offer clinical nurse educators and senior preceptors a model for teaching the determinants of cardiac output that is comprehensive, portable, cost effective, and has the ability to foster critical thinking. To promote the leap from linear decision-making to a more complex critical approach, nurses must be in an environment that fosters growth and is free of judgment (Duchscher, 2003). Clinical nurse educators can play a pivotal role.

The model for understanding the hemodynamic concepts of heart rate, preload, afterload and contractility builds on undergraduate foundational knowledge. The CNE and novice nurse work together to paint the clinical picture of what low cardiac output looks like. The four determinants of cardiac output would be reviewed, allowing the novice nurse to consider complex decisions regarding the need for manipulation of these four determinants. Following this model, a discussion on specific facilitation techniques for hemodynamic concepts is offered.

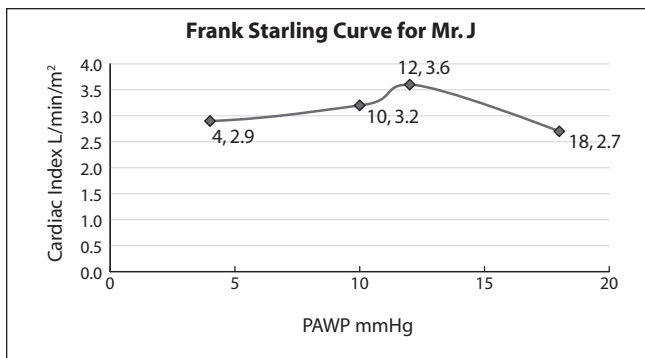
### Problem: Decreased Cardiac Output

1. Assess heart rate and rhythm. Is the rate too slow or too fast, regular or irregular? Does the patient require pharmacological rate control, vagal manoeuvres, or cardiac pacing? Correct heart rate. If cardiac output remains low, proceed to step 2.
2. Assess preload. Does the patient need volume or pharmacologic intervention? Correct volume abnormalities with fluid or medication (e.g., lasix, nitroglycerin). If cardiac output remains low, proceed to step 3.
3. Assess afterload. Does the patient require vasoconstriction (dopamine, epinephrine, norepinephrine, phenylephrine) or vasodilatation (milrinone, dobutamine, alpha blockers, nitroprusside, Intra-Aortic Balloon therapy)? If cardiac output remains low, proceed to step 4.
4. Following manipulation of heart rate, preload or afterload, the final parameter that can affect cardiac output is contractility. Is positive inotropic and left ventricular support needed (dobutamine, milrinone, epinephrine, IABP, LVAD, or transplantation)?

### Tools and Equipment Required

**Heart rate.** Through facilitated discussion between the CNE/preceptor and the novice nurse, an understanding of the importance of diastolic filling time and the effects of tachycardia and bradycardia can be achieved. This activity may encourage the novice nurse to move away from task-oriented linear thinking to a more analytical approach that is critical in nature.

**Preload.** The sample graph below allows the novice nurse to better understand preload and the Frank Starling Law of the heart. The Starling Law suggests the strength of ventricular contraction is increased when the ventricle is stretched prior to contraction (Woods, Froelicher, Motzer, & Bridges, 2005). The CNE and novice nurse work together to produce a visual image of a patient's optimal left heart preload. This graph is a tool that is easily reproduced, allowing the novice nurse repeated use until understanding of preload is achieved. A comprehensive discussion regarding the differences between right and left heart preload should occur prior to the exercise.



**Figure 1: Sample case study and graph**

Mr. J. is admitted to the CVICU following a CABG X 5 using his LIMA and RSV. His cardiac index (vertical axis) is 3.2 l/min/m<sup>2</sup> and his PAWP (horizontal axis) is 10 mmHg on arrival (plot on graph). As body temperature increases to 38.1 degrees Celsius and vasodilatation occurs, the cardiac index drops to 2.9 l/min/m<sup>2</sup> and the PAWP drops to 4 mmHg (plot on graph). The physician orders a 500 ml fluid bolus. The readings following the fluid bolus: cardiac index increases to 3.6 l/min/m<sup>2</sup> and the PAWP increased from 4 to 12 mmHg (plot on graph). The physician wants to challenge the patient's heart further and orders another 500 ml fluid bolus. The readings following the second bolus: cardiac index 2.7 l/min/m<sup>2</sup> and the PAWP is 18 mmHg. Critical thinking questions include: What is this patient's optimal preload and why? Did you observe any clinical changes? Did we exceed the optimal numeric value? What could the RN have done to prevent this? If this patient did not have a pulmonary artery catheter, name some strategies that would evaluate preload (past medical history, physical exam, clinical presentation, cath reports (LVEDP), echo reports). What is the difference between right heart and left heart preload?

**Afterload.** The facilitation method for assisting with afterload education is adopted from an article by Petersen (2001). The following equipment is required: a 3 ml syringe, glass of water, 20-gauge needle and a 27-gauge 1.5 inch needle along with an absorbent pad.

Normal stroke volume and normal ejection fraction can be simulated by filling a 3 ml syringe with 1.5 ml of fluid and asking the novice nurse to hold the syringe between the middle finger and thumb. The novice nurse would be asked to eject the water from the needle-free syringe, thus simulating normal ejection fraction. To assist in replicating hypertension without volume overload, a 20-gauge needle is added to the syringe filled with 1.5 ml of water and "ejection" is repeated.

To simulate volume overload, the syringe is filled past the 3-ml mark (allowing the plunger to become flimsy),

ensuring only one hand is used to eject contents. The CNE and novice nurse would examine the length of time required to eject contents (resistance) and discuss the effect of tachycardia and how it perpetuates the problem of fluid overload.

The final exercise examines the clinical condition of aortic stenosis. Filling the syringe past the 3-ml mark replicates the volume overload (often seen in critical aortic stenosis) and the smaller 27-gauge needle replicates the stenotic valve. This final exercise is very effective at demonstrating the high afterload of aortic stenosis and will often stimulate a discussion on the limited treatment options available for patients with this condition.

**Contractility.** The CNE/preceptor and novice nurse review the previous steps: assessing heart rate, preload and afterload. If the cardiac output remains low, then the process of elimination leads the novice nurse to now consider the fourth determinant of cardiac output: contractility.

A discussion regarding ejection fraction (EF) and echocardiography as the gold standard for assessment should occur at this time. The equation for calculating EF is: stroke volume (SV) (calculated by end diastolic volume minus end systolic volume) divided by end diastolic volume. The CNE provides the novice nurse with normal values and asks for a calculation: SV = 70 ml and EDV = 120 ml (70/120) = 0.583 or 58%. Smaller SV and higher end diastolic volumes parameters are provided to allow the novice nurse to link the numeric values with the clinical picture.

The final discussion surrounding inotropic support and ventricular assist devices should occur at this time. Providing the novice nurse with a "cheat sheet" of common drugs, their action, and dose ranging will assist in decision-making for titration according to clinical condition.

## Conclusion

This four-step model for manipulating cardiac output has proved successful in practice. It offers the CNE a cost-effective teaching strategy that can be applied at the bedside instead of a formal classroom. The accompanying discussion can be as simple or as complex as required. It can be repeated as the novice nurse progresses in ability, confidence, and patient acuity. The CNE does play a pivotal role in the integration of novice nurses into critical care areas where creativity, flexibility and ingenuity can lead to enhanced patient safety. ♥

## References

References can be found on page 12.



## Un modèle pour l'enseignement des déterminants du débit cardiaque

Susan Gail Morris, inf. aut., BN, MEd, CSI(C), CSIC(C)

De nombreux articles publiés rapportent l'observation selon laquelle la prise de décision chez les infirmières novices suit un parcours linéaire qui est davantage axée sur les tâches (Benner, 1984; Benner, Hooper-Kyriakidis et Stannard, 1999; Tanner, 2006; Yancey, 2005). Traditionnellement, l'expérience clinique et le mentorat permettaient à l'infirmière novice de passer des principes abstraits jusqu'à l'application de l'expérience concrète, au cours d'une période qui s'échelonnait entre 1 à 5 ans (Benner, 1984). Aujourd'hui, ce processus d'intégration des connaissances est en voie d'être abandonné due aux changements du système de soins de santé canadien. En effet, la pénurie actuelle en main d'œuvre infirmière a changé les pratiques d'embauche et les infirmières gestionnaires engagent souvent des infirmières nouvellement diplômées pour travailler directement dans les soins intensifs. Les infirmières cliniciennes enseignantes doivent revoir leurs stratégies de formation continue et utiliser les outils qui faciliteront l'intégration du processus de la pensée critique. Gillespie et Paterson (2009) soutiennent que, « de toute évidence, il n'est pas plausible de simplement attendre que les infirmières acquièrent assez de connaissances empiriques pour garantir qu'elles prendront des décisions correctes et sans danger » (traduction libre) (p. 164).

Quels sont les outils disponibles aux infirmières cliniciennes enseignantes afin qu'elles puissent s'adapter à ce changement en matière de formation continue? La discussion qui suit portera sur un aspect particulier de l'enseignement des soins cardiovasculaires : la compréhension des concepts de l'hémodynamie. L'auteure propose aux infirmières cliniciennes enseignantes et aux précepteurs

expérimentés un modèle d'enseignement sur les déterminants du débit cardiaque. Ce modèle est à la fois complet et transférable, il offre un bon rapport coût-efficacité et facilite l'intégration de la pensée critique. Afin de promouvoir ce passage de la prise de décision linéaire jusqu'à la démarche critique plus complexe, les infirmières doivent exercer dans un environnement qui favorise le développement et qui est exempt de tout jugement (Duchscher, 2003); les infirmières cliniciennes enseignantes peuvent jouer un rôle déterminant à cet égard.

Le modèle utilisé pour comprendre les concepts hémodynamiques que sont la fréquence cardiaque, la précharge, la postcharge et la contractilité s'appuie sur des connaissances de base acquises au premier cycle. Dans un premier temps, l'infirmière enseignante et l'infirmière novice unissent leurs connaissances pour décrire le profil clinique d'un bas débit cardiaque. Les quatre déterminants du débit cardiaque sont évalués, afin de permettre à l'infirmière novice de saisir la complexité de la décision entourant la nécessité de manipuler ces quatre déterminants. Par la suite, une discussion s'en suit sur les techniques spécifiques qui facilitent la compréhension des concepts d'hémodynamie.

### Problème : bas débit cardiaque

1. Évaluez la fréquence et le rythme cardiaque. La fréquence est-elle trop lente ou trop rapide; le rythme est-il régulier ou irrégulier? Le patient requiert-il un contrôle pharmacologique pour corriger la fréquence ou le rythme cardiaque, d'une manœuvre vagale ou d'un entraînement cardiaque? Corrigez la fréquence cardiaque. Si le débit cardiaque demeure bas, passez à la deuxième étape.

- Évaluez la précharge. Le patient a-t-il besoin d'un apport en volume ou d'une intervention pharmacologique? Corrigez les anomalies du volume à l'aide de liquide ou de médicaments (p. ex. furosémide, nitroglycérine). Si le débit cardiaque demeure bas, passez à la troisième étape.
- Évaluez la postcharge. Le patient a-t-il besoin d'une vasoconstriction (dopamine, épinéphrine, norépinéphrine, phényléphrine) ou d'une vasodilatation (milrinone, dobutamine, alphabloquant, nitroprussiate, contrepulsion par ballonnet intra-aortique). Si le débit cardiaque demeure bas, passez à la quatrième étape.
- Après avoir manipulé la fréquence cardiaque, la précharge et la postcharge, le dernier paramètre qui peut agir sur le débit cardiaque est la contractilité. Est-il nécessaire de fournir un soutien inotrope positif et un soutien ventriculaire gauche (dobutamine, milrinone, épinéphrine, contrepulsion par ballonnet intra-aortique, dispositif d'assistance ventriculaire gauche ou transplantation)?

### Outils et matériel requis

**Fréquence cardiaque.** Afin de mieux comprendre l'importance du temps de remplissage diastolique et des effets de la tachycardie et de la bradycardie, il est important que l'infirmière clinicienne enseignante (ou préceptrice) et l'infirmière novice aient ensemble une discussion approfondie sur ces notions. Cette activité permettra à l'infirmière débutante de s'éloigner de la pensée linéaire axée sur les tâches afin de réaliser une démarche plus analytique et de nature critique.

**Précharge.** Le graphique ci-dessous aide l'infirmière novice à mieux comprendre les notions de la précharge et de la loi de Frank Starling. Selon la loi de Starling, la force de la contraction ventriculaire augmente quand le ventricule est étiré avant la contraction (Woods, Froelicher, Motzer et Bridges, 2005). L'infirmière clinicienne enseignante et l'infirmière novice élaborent ensemble une image visuelle de la précharge optimale pour le cœur gauche. Ce graphique est un outil facile à reproduire que l'infirmière novice peut utiliser à répétition jusqu'à ce qu'elle ait une bonne compréhension de la précharge. Avant de faire cet exercice, il est conseillé d'avoir une discussion détaillée sur les différences entre la précharge du cœur gauche et celle du cœur droit.

*M. J. a été admis à l'unité de soins intensifs cardiovasculaires après un quintuple pontage coronarien avec des greffons de l'artère mammaire interne gauche et de la veine saphène droite. À l'arrivée, son index cardiaque*

*(axe vertical) est de 3,2 L/min/m<sup>2</sup> et sa pression capillaire pulmonaire bloquée (PCPB) (axe horizontal) est de 10 mm Hg (indiquer sur le graphique). Alors que sa température corporelle augmente jusqu'à 38,1 degrés Celsius et qu'une vasodilatation se produit, son index cardiaque chute à 2,9 L/min/m<sup>2</sup> et sa PCPB, à 4 mm Hg (indiquer sur le graphique). Le médecin lui prescrit 500 mL de soluté en bolus. Après cette perfusion rapide, les résultats sont : une hausse de l'index cardiaque jusqu'à 3,6 L/min/m<sup>2</sup> et une hausse de la PCPB qui passe à 12 mm Hg (indiquer sur le graphique). Le médecin décide alors de soumettre le cœur à une nouvelle action et prescrit un autre 500 mL de soluté en bolus. Les résultats sont alors les suivants : index cardiaque de 2,7 L/min/m<sup>2</sup> et PCPB de 18 mm Hg. Les questions qui font appel à la pensée critique seraient, entre autres : Quelle est la précharge optimale pour ce patient et pourquoi? Avons-nous constaté des changements cliniques? Avons-nous dépassé la valeur numérique optimale? Quelles auraient été les actions de l'infirmière pour prévenir cette situation? Si le patient n'avait pas eu de cathéter dans l'artère pulmonaire, quelles auraient été quelques-unes des stratégies pour évaluer la précharge (antécédents médicaux, examen physique, tableau clinique, rapports de cathétérisme [pression ventriculaire gauche en fin de diastole], rapports d'échographie). Quelle est la différence entre la précharge du cœur droit et celle du cœur gauche?*

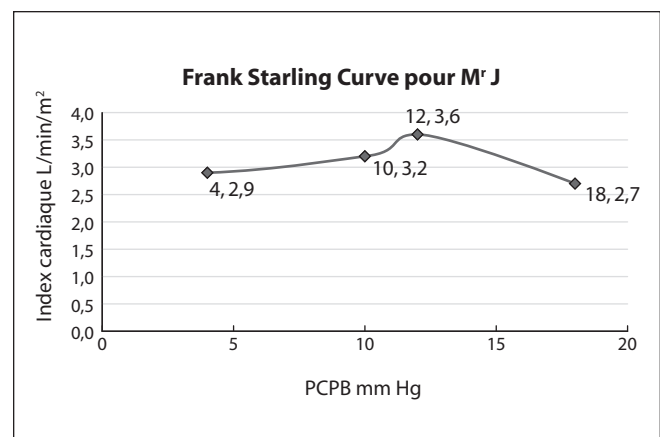


Figure 1 : Exemple d'étude de cas et graphique

**Postcharge.** La méthode qui facilite l'enseignement de la postcharge a été décrite dans un article de Petersen (2001). Le matériel requis est le suivant : une seringue de 3 mL, un verre d'eau, une aiguille de calibre 20 (20 G) et une aiguille de calibre 27 et de 1 ½ po de longueur et un tampon absorbant.

Pour simuler le volume d'éjection systolique normal et la fraction d'éjection normale, on remplit une seringue de 3 mL avec 1,5 mL de liquide, puis on demande à l'infirmière novice de tenir la seringue entre le majeur et le pouce. Elle doit ensuite éjecter

l'eau qui se trouve dans la seringue sans aiguille, ce qui correspond à une fraction d'éjection normale. Pour simuler l'hypertension sans surcharge volumique, une aiguille de calibre 20 est fixée à la seringue qui contient 1,5 mL d'eau et « l'éjection » est répétée.

Pour simuler la surcharge volumique, on remplit la seringue au-delà de la marque indiquant 3 mL (de sorte que le piston devient instable), puis on s'assure que le contenu est éjecté à l'aide d'une seule main. Ensuite, l'infirmière clinicienne enseignante et l'infirmière novice examinent le temps requis pour éjecter le contenu (résistance), puis elles discutent des effets de la tachycardie et de la façon dont celle-ci maintient le problème de la surcharge volumique.

Le dernier exercice sert à examiner la condition clinique de la sténose aortique. Le remplissage de la seringue au-delà de la ligne correspondant à 3 mL simule la surcharge volumique (souvent constatée dans les cas de sténose aortique sévère), tandis que l'aiguille de calibre 27, plus petite, tient lieu de la valve sténosée. Ce dernier exercice s'avère très efficace pour démontrer l'ampleur de la postcharge qui est présente lors d'une sténose aortique, et donne lieu à une discussion sur le peu d'options thérapeutiques qui s'offrent aux patients atteints de ce trouble.

**Contractilité.** L'infirmière clinicienne enseignante (ou préceptrice) et l'infirmière novice revoient les étapes précédentes : évaluation de la fréquence et du rythme cardiaques, de la précharge et de la postcharge. Si le débit cardiaque demeure bas, le processus d'élimination conduit l'infirmière novice à examiner le quatrième déterminant du débit cardiaque, celui de la contractilité.

À cette étape de l'enseignement du débit cardiaque, les méthodes d'évaluation dites « gold-standard » que sont l'évaluation de la fraction d'éjection (FÉ) et l'échocardiographie, doivent être revues. La formule pour évaluer la FÉ est: volume systolique (VS) (calculé

en prenant le volume télédiastolique [VTD] et en y **soustrayant** le volume télé-systolique) divisé par volume télédiastolique. L'infirmière clinicienne enseignante transmet les valeurs normales à l'infirmière novice et lui demande de faire un calcul : si le VS = 70 mL et le VTD = 120 mL, la FÉ (soit  $70/120 = 0,583$ , ou 58 %). Cet exercice est repris avec des valeurs plus petites pour le VS et plus grandes pour le VTD afin de permettre à l'infirmière novice de faire le lien entre les valeurs numériques et le tableau clinique.

La discussion ultime concernant la nécessité d'un soutien par un agent inotrope et d'une assistance ventriculaire devrait avoir lieu à cette étape. Une feuille « aide-mémoire » précisant les médicaments habituellement utilisés, leur mode d'action et les limites supérieures et inférieures permises des médicaments, servira de guide à l'infirmière novice pour la soutenir dans ses décisions sur le calibrage des médicaments en fonction de l'état clinique du patient.

## Conclusion

L'utilisation de ce modèle qui comporte quatre étapes pour mieux comprendre le débit cardiaque s'est avéré bénéfique pour la pratique clinique. Il permet à l'infirmière clinicienne enseignante d'utiliser une stratégie d'enseignement rentable qui peut être mise en pratique au chevet plutôt que dans une salle de classe. Ce modèle d'enseignement engendre des discussions qui peuvent être simples mais tout autant complexes selon la pertinence de la situation clinique. Les discussions peuvent être reprises quand l'infirmière novice améliore sa compétence, sa confiance en soi et son acuité dans l'évaluation des besoins des patients. L'infirmière clinicienne enseignante peut jouer un rôle déterminant dans l'intégration des infirmières novices sur les unités de soins intensifs, où l'innovation, la flexibilité et l'ingéniosité peuvent accroître la sécurité du patient. ♥

---

## Références

- Benner, P. (1984). *From novice to expert: Excellence and power in clinical nursing practice*. Menlo Park, CA: Addison-Wesley.
- Benner, P., Hooper-Kyriakidis, P. et Stannard, D. (1999). *Clinical wisdom and interventions in critical care: A thinking in-action approach*. Philadelphia: Saunders.
- Duchscher, J.E.B. (2003). Critical thinking: Perceptions of newly graduated female baccalaureate nurses. *Journal of Nursing Education, 42*(1), 1–12.
- Gillespie, M. et Paterson, B. (2009). Helping novice nurses make effective clinical decisions: The situated clinical decision-making framework. *Nursing Education Perspectives, 30*, 164–170.
- Petersen, D. (2001). Plunging into preload and afterload. *Dimensions of Critical Care Nursing, 20*(3), 32–36. doi:10.1097/00003465-200105000-00009
- Tanner, C. (2006). Thinking like a nurse: A research-based model of clinical judgment in nursing. *Journal of Nursing Education, 45*, 204–212.
- Woods, S., Froelicher, E., Motzer, S., & Bridges, E. (2005). *Cardiac nursing* (5th ed.). Philadelphia: J.B. Lippincott.
- Yancey, N.R. (2005). The experience of the novice nurse: A human becoming perspective. *Nursing Science Quarterly, 18*, 215–220. doi:10.1177/0894318405278500