

DOPPLER RÉNAL : UN NOUVEL OUTIL POUR APPRÉCIER LA PERFUSION RÉNALE CHEZ LE PATIENT DE RÉANIMATION ?

Adrien Bouglé, Matthieu Le Dorze, Jacques Duranteau

Service d'Anesthésie-Réanimation, Hôpitaux Universitaires Paris-Sud,
Centre Hospitalier Universitaire de Bicêtre, Université Paris XI, 78 rue
du Général Leclerc, 94275, Le Kremlin-Bicêtre Cedex, France

INTRODUCTION

La défaillance rénale est l'une des plus fréquentes défaillances d'organes constatées en réanimation. Alors que l'incidence d'insuffisance rénale aiguë (IRA) après une chirurgie générale a été rapportée pour être d'environ 1 %, l'incidence d'IRA chez des patients de réanimation peut atteindre 35 % [1, 2]. Malgré notre capacité croissante à suppléer la fonction rénale, la morbidité et la mortalité induites par l'IRA restent élevées. L'insuffisance rénale aiguë est un facteur de risque indépendant de mortalité [3, 4]. Il est donc indispensable d'être capable de détecter précocement les patients susceptibles de développer une IRA afin de pouvoir développer des stratégies préventives. La détection précoce de ces patients exige des marqueurs sensibles et facilement applicables dans la pratique clinique. Le Doppler rénal et les indices de résistivité qui peuvent en être déduits - indice de résistivité (IR) et indice de pulsatilité (IP) - sont de plus en plus utilisés pour évaluer la perfusion rénale dans les pathologies rénales. Par exemple, l'IR a été proposé comme indice de détection du dysfonctionnement des greffons rénaux [5] ou d'obstruction urétérale [6].

Ainsi, il apparaît séduisant de proposer le Doppler rénal comme une méthode simple, non invasive et reproductible pour évaluer le risque de développement d'IRA en réanimation [7, 8]. De plus les indices de résistivité pourraient permettre d'ajuster nos traitements hémodynamiques (vasopresseurs et remplissage vasculaire) [9].

Les récents progrès en échographie avec l'échographie de contraste (Contrast-enhanced ultrasound CEUS) pourraient permettre d'avoir dans le futur une approche macro et microcirculatoire de la perfusion rénale.

1. INSUFFISANCE RÉNALE AIGÜE ET DOPPLER RÉNAL

1.1. ASPECTS TECHNIQUES

La détermination des vitesses des artères interlobaires ou arquées à l'aide du Doppler rénal peut être facilement réalisée au lit du patient en réanimation. Mais ceci demande une technique rigoureuse. Le Doppler rénal peut être réalisé avec une sonde de 4,5 MHz, patient en décubitus dorsal. Les reins et les artères interlobaires sont repérés en échographie en coupe oblique longitudinale par voie postéro-latérale. Après une première étude morphologique permettant d'exclure une dilatation des cavités pyelocalicielles, le rein le mieux visualisé peut être choisi pour la mesure des vitesses dans les artères interlobaires ou arquées en mode duplex (mode B plus doppler pulsé). Le gain optimal est déterminé à partir des courbes de vitesses en doppler pulsé. Le spectre peut être considéré optimal lorsqu'il comporte au moins trois cycles successifs. Les vitesses au pic systolique et en fin de diastole sont mesurées et L'IR peut être calculé ($IR = \text{pic de vitesse systolique} - \text{vitesse en fin de diastole} / \text{pic de vitesse systolique}$). La reproductibilité de la mesure chez des volontaires sains a montré une bonne corrélation interobservateur avec des coefficients de variation $< 10\%$ [10].

L'IR décrit initialement par Pourcelot est classiquement considéré comme une mesure des résistances vasculaires rénales. Il ne s'agit en aucun cas d'une mesure du débit sanguin rénal. Sa valeur est indépendante du diamètre de l'artère mesurée et de l'angle d'insonation du faisceau Doppler. Une valeur de 0,60 est considérée comme normale pour le rein. Une valeur supérieure à 0,70 est habituellement considérée comme pathologique chez les patients adultes [11, 12]. Il est important de garder à l'esprit que les indices de résistivité peuvent être influencés par d'autres facteurs que les résistances vasculaires rénales. Ainsi, l'IR peut être influencé par des paramètres hémodynamiques systémiques (compliance vasculaire, pression pulsée et fréquence cardiaque), la pression intra-abdominale, la pression rénale interstitielle. Il est essentiel de considérer l'influence de ces facteurs sur les mesures des indices de résistivité pour les interpréter de façon satisfaisante.

1.2. DOPPLER RÉNAL ET IRA EN RÉANIMATION

Des études expérimentales et cliniques suggèrent que l'IR serait capable de prédire la survenue d'une IRA [7, 8, 13]. Ainsi, dans un modèle expérimental d'IRA réversible chez le lapin, les modifications de l'IR précédaient les modifications de la créatinine sanguine [13]. Chez 91 patients présentant une IRA, Platt et al. [14] ont montré que l'IR était significativement plus élevé chez les patients présentant une IRA persistante (IRA transitoire $0,67 \pm 0,09$ vs IRA persistante $0,74 \pm 0,13$). Ces résultats ont été confirmés chez des patients en choc septique par Lerolle et al. [7], qui ont rapporté qu'une différence significative de l'IR obtenu à l'admission prédisait une IRA évaluée au 5^{ème} jour après l'admission, 0,68 contre 0,77 respectivement. Un $IR > 0,74$ à l'admission en réanimation avait une sensibilité de 78 % (95 % CI 52-94 %), une spécificité de 77 % (95 % CI 50-93 %) et un ratio de probabilité positif de 3,3 (95 % CI 1,1-35) pour prédire une IRA. Darmon et al. [8] ont confirmé ces résultats en montrant que l'IR était significativement différent entre des patients sans IRA, avec une IRA transitoire et avec une IRA persistante (0,71 (0,66-0,77), 0,71 (0,62-0,77) et 0,82 (0,81-0,89) respectivement ($p < 0,0001$)) et un $IR > 0,795$ avait une sensibilité de 92 % et une spécificité de 85 % pour prédire une IRA persistante. Dans cette étude, l'IR était meilleur

que les indices urinaires pour prédire une IRA persistante. Finalement, il a été récemment montré que l'IR rénal pouvait prédire la survenue d'une IRA après chirurgie cardiaque [15] et chez le patient polytraumatisé [16]. Il y a maintenant un besoin d'études pour comparer la valeur pronostique de l'IR avec les biomarqueurs proposés pour détecter l'IRA. Si ces données préliminaires peuvent être confirmées, le Doppler rénal pourrait devenir un outil très utile pour identifier des patients à haut risque de développer une IRA en réanimation.

Enfin, les indices de résistivité pourraient également servir de guide pour moduler nos interventions hémodynamiques (expansion volumique et vasopresseurs). Par exemple, au cours de la réanimation d'un état de choc, le niveau de pression artérielle moyenne (PAM) adéquat pour la perfusion tissulaire rénale est source de discussion [17]. Quelques études ont rapporté qu'augmenter la PAM de 65 mmHg à 85 mmHg avec de la norépinephrine chez des patients en choc septique n'induisait pas d'augmentation significative de la diurèse [18] et de la fonction rénale [19]. Cependant, Deruddre et al. [9] ont montré une diminution significative de l'IR rénal en augmentant la PAM avec de la norépinephrine de 65 mmHg à 75 mmHg. Cette étude suggère que le Doppler rénal pourrait aider à déterminer chez chaque patient la PAM optimale pour la perfusion tissulaire rénale et pourrait être un outil pertinent pour titrer le traitement hémodynamique dans le choc septique.

2. ECHOGRAPHIE DE CONTRASTE

Les progrès récents échographie avec l'échographie de contraste pourraient permettre dans l'avenir d'apprécier plus précisément la perfusion rénale en quantifiant le flux sanguin macrovasculaire et microvasculaire des reins [20-23]. L'échographie de contraste (CEUS) est une technique basée sur l'utilisation de microbulles qui servent de renforceurs de contraste échographique. Il s'agit de microbulles constituées d'une enveloppe stabilisante (membrane de galactose ou de phospholipides) et d'un contenu gazeux. Ces microbulles ont un diamètre de 1-6 microns (légèrement plus petites que les érythrocytes) et sont donc en mesure de passer à travers le lit capillaire jusque dans la circulation pulmonaire, puis dans les artères systémiques où elles peuvent être utilisées à des fins diagnostiques. Elles réfléchissent bien les ultrasons et augmentent ainsi l'échogénicité intravasculaire du sang. Avec des modes d'images et des logiciels appropriés, l'échographie de contraste permet une quantification dynamique des flux tissulaires. La sécurité de l'échographie de contraste avec les nouvelles générations de microbulles est actuellement bien établie.

Au niveau rénal, des études expérimentales et cliniques suggèrent que l'échographie de contraste pourrait être utilisée pour évaluer la perfusion rénale. Dans une étude animale, une corrélation excellente a été démontrée entre le flux sanguin rénal mesuré avec l'échographie de contraste et le flux sanguin rénal mesuré par bagues Doppler ($r = 0,82$, $p = 0,001$) [24]. Chez des volontaires sains, Kishimoto et al. [25] ont rapporté que l'échographie de contraste pouvait être utilisée pour évaluer quantitativement des changements induits au niveau du flux sanguin rénal par un agent thérapeutique comme la dopamine. Récemment, il a été montré que l'échographie de contraste pouvait détecter des changements de la perfusion rénale après l'ingestion d'un repas riche en protéines chez des sujets sains [26]. Schwenger et al. [27] ont rapporté que la détermination du flux sanguin rénal par échographie de contraste avait une sensibilité (91 % contre

82 %, $p < 0,05$) et une spécificité (82 % contre 64 %, $p < 0,05$) plus élevées pour diagnostiquer le rejet chronique après transplantation rénale que le doppler rénal conventionnel avec mesure des indices de résistivité. Ainsi, l'échographie de contraste est une technique qui nécessite d'être considérée et validée car elle pourrait apporter des indications précieuses chez nos patients de réanimation.

CONCLUSION

L'utilisation du Doppler rénal et des indices de résistivité peut améliorer le diagnostic précoce d'IRA en réanimation. En outre, il pourrait être utile pour déterminer les modalités thérapeutiques/préventives optimales pour la perfusion rénale au lit du patient. Les progrès récents en échographie avec l'échographie de contraste pourraient permettre dans l'avenir d'apprécier plus précisément la perfusion rénale en quantifiant le flux sanguin macrovasculaire et microvasculaire des reins.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Ostermann M, Chang RW. Acute kidney injury in the intensive care unit according to RIFLE. *Crit Care Med* 2007;35:1837-43; quiz 52
- [2] Hoste EA, Schurgers M. Epidemiology of acute kidney injury: how big is the problem? *Crit Care Med* 2008;36:S146-51
- [3] Bagshaw SM. Short- and long-term survival after acute kidney injury. *Nephrol Dial Transplant* 2008;23:2126-8
- [4] Bagshaw SM, George C, Dinu I, Bellomo R. A multi-centre evaluation of the RIFLE criteria for early acute kidney injury in critically ill patients. *Nephrol Dial Transplant* 2008;23:1203-10
- [5] Radermacher J, Mengel M, Ellis S et al. The renal arterial resistance index and renal allograft survival. *N Engl J Med* 2003;349:115-24
- [6] Mostbeck GH, Zontsich T, Turetschek K. Ultrasound of the kidney: obstruction and medical diseases. *Eur Radiol* 2001;11:1878-89
- [7] Lerolle N, Guerot E, Faisy C et al. Renal failure in septic shock: predictive value of Doppler-based renal arterial resistive index. *Intensive Care Med* 2006;32:1553-9
- [8] Darmon M, Schortgen F, Vargas F et al. Diagnostic accuracy of Doppler renal resistive index for reversibility of acute kidney injury in critically ill patients. *Intensive Care Med* 2010
- [9] Derudder S, Cheisson G, Mazoit JX et al. Renal arterial resistance in septic shock: effects of increasing mean arterial pressure with norepinephrine on the renal resistive index assessed with Doppler ultrasonography. *Intensive Care Med* 2007;33:1557-62
- [10] Baumgartner I, Behrendt P, Rohner P, Baumgartner RW. A validation study on the intraobserver and interobserver reproducibility of renal artery duplex ultrasound. *Ultrasound Med Biol* 1999;25:225-31
- [11] Tublin ME, Bude RO, Platt JF. Review. The resistive index in renal Doppler sonography: where do we stand? *AJR Am J Roentgenol* 2003;180:885-92
- [12] Keogan MT, Kliever MA, Hertzberg BS et al. Renal resistive indexes: variability in Doppler US measurement in a healthy population. *Radiology* 1996;199:165-9
- [13] Yoon DY, Kim SH, Kim HD et al. Doppler sonography in experimentally induced acute renal failure in rabbits. Resistive index versus serum creatinine levels. *Invest Radiol* 1995;30:168-72
- [14] Platt JF, Rubin JM, Ellis JH. Acute renal failure: possible role of duplex Doppler US in distinction between acute prerenal failure and acute tubular necrosis. *Radiology* 1991;179:419-23
- [15] Bossard G, Bourgoin P, Corbeau JJ et al. Early detection of postoperative acute kidney injury by Doppler renal resistive index in cardiac surgery with cardiopulmonary bypass. *Br J Anaesth* 2011
- [16] Corradi F, Brusasco C, Vezzani A et al. Hemorrhagic shock in polytrauma patients: early detection with renal Doppler resistive index measurements. *Radiology* 2011;260:112-8
- [17] Bellomo R, Wan L, May C. Vasoactive drugs and acute kidney injury. *Crit Care Med* 2008;36:S179-86

- [18] LeDoux D, Astiz ME, Carpati CM, Rackow EC. Effects of perfusion pressure on tissue perfusion in septic shock. *Crit Care Med* 2000;28:2729-32
- [19] Bourgoin A, Leone M, Delmas A et al. Increasing mean arterial pressure in patients with septic shock: effects on oxygen variables and renal function. *Crit Care Med* 2005;33:780-6
- [20] Rim SJ, Leong-Poi H, Lindner JR et al. Quantification of cerebral perfusion with «Real-Time» contrast-enhanced ultrasound. *Circulation* 2001;104:2582-7
- [21] Vogel R, Indermuhle A, Reinhardt J et al. The quantification of absolute myocardial perfusion in humans by contrast echocardiography: algorithm and validation. *J Am Coll Cardiol* 2005;45:754-62
- [22] Janardhanan R, Moon JC, Pennell DJ, Senior R. Myocardial contrast echocardiography accurately reflects transmural myocardial necrosis and predicts contractile reserve after acute myocardial infarction. *Am Heart J* 2005;149:355-62
- [23] Berzigotti A, Nicolau C, Bellot P et al. Evaluation of regional hepatic perfusion (RHP) by contrast-enhanced ultrasound in patients with cirrhosis. *J Hepatol* 2011;55:307-14
- [24] Wei K, Le E, Bin JP et al. Quantification of renal blood flow with contrast-enhanced ultrasound. *J Am Coll Cardiol* 2001;37:1135-40
- [25] Kishimoto N, Mori Y, Nishiue T et al. Renal blood flow measurement with contrast-enhanced harmonic ultrasonography: evaluation of dopamine-induced changes in renal cortical perfusion in humans. *Clin Nephrol* 2003;59:423-8
- [26] Kalantarina K, Belcik JT, Patrie JT, Wei K. Real-time measurement of renal blood flow in healthy subjects using contrast-enhanced ultrasound. *Am J Physiol Renal Physiol* 2009;297:F1129-34
- [27] Schwenger V, Korosoglou G, Hinkela UP, Moratha C, Hansen A, Sommerer C, Dikow R, Hardt S, Schmidt J, Kucherer H, Katus HA, Zeier M. Real-Time Contrast-Enhanced Sonography of Renal Transplant Recipients Predicts Chronic Allograft Nephropathy. *American Journal of Transplantation* 2006; 6: 609-615