

# **Renal Replacement Therapy in Hemodynamically Unstable Patients**

Essay

Submitted for partial fulfillment for Master Degree  
in Intensive Care

By

**Micheal Nabil Ghobrial**

M.B.B.Ch.

Faculty of Medicine, Ain Shams University

Under Supervision of

**Prof. Dr. / Sahar Kamal Abul-Ella**

Professor of Anesthesia and Intensive Care

Faculty of Medicine- Ain Shams University

**Dr. / Mohamed Mohamed Abdelfatah**

Lecturer of Anesthesia and Intensive Care

Faculty of Medicine- Ain Shams University

**Faculty of Medicine  
Ain Shams University  
2013**

# Contents

1. Introduction.
2. Aim of the work.
3. Renal anatomy ,histology and physiology.
4. pathophysiology and management of renal failure.
5. Indications and techniques of Renal Replacement therapy in critically ill patients .
6. Complications of Renal Replacement Therapy.
7. Summary.
8. References.
9. Arabic summary.

# Introduction

The prevalence of acute renal failure in critically ill patients remains high and mortality is up to 60%. Both the practice of renal replacement therapy (continuous against intermittent, haemofiltration against haemodialysis) and patient outcomes vary widely between studies. In most developed countries, the prevalence of acute renal failure (ARF) in critically ill patients ranges from 1 to 25%. Approximately 4% of this group receive renal replacement therapy (RRT) and the hospital mortality is up to 60% (Ricci et al., 2005).

Different RRT strategies, like intermittent hemodialysis, continuous venovenous hemofiltration, or hybrid forms that combine the advantages of both techniques, are available. Since general survival benefit has not been demonstrated for either method, it is the task of the nephrologist or intensivist to choose the RRT strategy that is most advantageous for each individual patient. The underlying disease, its severity and stage, the etiology of ARF, the clinical and the different costs of therapy may all influence the choice of the RRT strategy (Bagshaw et al., 2005).

For many years, intermittent hemodialysis (IHD) was the only treatment option for patients with ARF in the ICU. In numerous countries, it is still the most frequently used modality. One problem with standard IHD was that it could not be used in patients with severe hemodynamic instability. This led to the development of continuous RRT (CRRT). Continuous venovenous hemofiltration (CVVH) was subsequently proposed as an

alternative to IHD in the critically ill, because it was better tolerated by hypotensive patients, and the continuous regulation of fluid and nutritional support avoided cycles of volume overload and depletion (Clark et al., 2003).

Continuous renal replacement therapy (CRRT) in pediatric acute kidney dysfunction has evolved in recent decades; however, little objective data exist for complications associated with CRRT. Santiago and colleagues are among the first to document four complications of acute kidney dysfunction in critically ill patient: catheterization-related insertion complications, hypotension, hemorrhage, and electrolyte disturbances. They reported that hypotension at connection (41.3%) and electrolyte disturbance (50.6%) were the leading complications. Although this study is limited by small sample size and the outcome variables measured, it is an important first step in assessing outcomes of CRRT. A prospective multicenter randomized trial will be needed to fully delineate the complications and define the risk/benefit ratio of CRRT (Santiago et al., 2009).

# **Aim of the Work**

The aim of this work is to provide updated information about renal replacement therapy in hemodynamically unstable patients as regards techniques, indications and complications .

## References

- Bagshaw SM, Laupland KB, Boiteau PJ and Godinez-Luna T (2005): Is regional citrate superior to systemic heparin anticoagulation for continuous renal replacement therapy? A prospective observational study in an adult regional critical care system. *J Crit Care*;20:155-61.
- Clark WR, Turk JE, Kraus MA and Gao D (2003): Dose determinants in continuous renal replacement therapy. *Artif Organs*; 27:815-20.
- Ricci Z, Salvatori G and Bonello M et al. (2005): In vivo validation of the adequacy calculator for continuous renal replacement therapies. *Crit Care*; 9: 266-73.
- Santiago MJ, Lopez-Herce J, Urbano J, Solana MJ, Del Castillo JD, Ballesteros Y, Botran M and Bellon JM (2009): Complications of continuous renal replacement therapy in critically ill children: a prospective observational evaluation study. *Crit Care*; 13: 184.

# العلاج التعويضى للقصور الكلوى فى مرضى اضطراب الدورة الدموية

رسالة

توطئة للحصول على درجة ماجستير  
فى الرعاية المركزة

مقدمة من الطبيب

**ميشيل نبيل غبريال**

بكالوريوس الطب والجراحة  
كلية الطب - جامعة عين شمس

تحت اشراف

**ا.د / سحر كمال ابو العلا**

استاذ التخدير والرعاية المركزة وعلاج الالم  
كلية الطب - جامعة عين شمس

**د/محمد محمد عبد الفتاح**

مدرس التخدير والرعاية المركزة وعلاج الالم  
كلية الطب - جامعة عين شمس

كلية الطب  
جامعة عين شمس  
2014

## المحتويات

- المقدمة
- الهدف من الدراسة
- الجانب التشريحي والوظيفي للكلى
- الفسيولوجيا المرضية للفشل الكلوى
- الاغراض والتقنيات العلاج التعويضى للقصور الكلوى فى مرضى الحالات الحرجة
- مضاعفات العلاج التعويضى للقصور الكلوى
- الملخص
- المراجع
- الملخص العربى

## المقدمة

لا تزال معدلات انتشار مرض الفشل الكلوى الحاد لدى مرضى الحالات الحرجة مرتفعة كما تصل نسبة الوفاة الناجمة عنه الى **60%** . وتتفاوت كل من الممارسات العلاجية التعويضية للقصور الكلوى (والمتمثلة فى العلاجات المستمرة فى مقابل نظيرتها المتقطعة ، وترشيح الدم فى مقابل الاستصفاة الدموى ) بالإضافة الى وجود اختلافات واسعة النطاق بين الدراسات فيما يتعلق بنتائج المرضى . وتتراوح معدلات انتشار الإصابة بالفشل الكلوى الحاد فى معظم الدول المتقدمة لدى مرضى الحالات الحرجة بين **1** الى **25%** . ويتلقى ما يقرب من **4%** من هذه الفئة العلاج التعويضى للقصور الكلوى وتصل نسبة الوفاة بالمستشفيات الى **60%** .

تتوفر اليوم استراتيجيات مختلفة للعلاج التعويضى للقصور الكلوى ، مثل الاستصفاة الدموى المتقطع أو ترشيح الدم المستمر عبر الوريد أو الأشكال المختلطة التى تجمع بين مزاي كلتا الطريقتين . وحيث لم يتم الإعلان عن وجود منافع عامة لنجاة المرضى لاي من الطريقتين ، إلا أنها تعتبر مهمة طبيب الكلى أو طبيب العناية المركزة أن يقوم باختيار الطريقة الأمثل لكل مريض . وقد يؤثر المرض الأساسى ، وشدته ومرآله والأسباب المرضية للفشل الكلوى الحاد ، والتكاليف الإكلينيكية للعلاج على اختيار الإستراتيجية التى يلزم تطبيقها للعلاج التعويضى للقصور الكلوى .

وعلى مدار سنوات عديدة ، فقد كان الاستصفاة الدموى المتقطع يمثل الخيار العلاجى الوحيد لمرضى الفشل الكلوى الحاد فى وحدات الرعاية المركزة . ولا يزال الاستصفاة الدموى المتقطع يمثل الوسيلة الأكثر استخداماً فى العديد من الدول . ومن المشاكل التى تصاحب الاستصفاة الدموى المتقطع عدم إمكانية استخدامه مع المرضى الذين يعانون من عدم استقرار شديد فى الدورة الدموية . وقد ادى ذلك إلى تطور العلاج التعويضى المستمر للقصور الكلوى ، وقد تم اقتراح استخدام ترشيح الدم المستمر عبر الوريد كوسيلة بديلة للاستصفاة الدموى المستمر لدى مرضى الحالات الحرجة ، حيث يستطيع المرضى الذين يعانون من انخفاض ضغط الدم تحمله بصورة أفضل ، بالإضافة إلى الانتظام المستمر للسائل والدعم الغذائى يساعدان على تجنب الأحمال الزائدة وعمليات نضوب السائل .

وقد شهد العلاج التعويضى المستمر للقصور الكلوى لدى الأطفال المصابين بالخلل الوظيفى بالكلى عدة تطورات فى السنوات الاخيرة ؛ ومع ذلك ، فلا يتوفر سوى القليل من

البيانات الموضوعية المتعلقة بالمضاعفات المصاحبة للعلاج التعويضي المستمر للقصور الكلوى . وقد كان سانتياجو ومساعدوه من بين أوائل الباحثين الذى قاموا بتسجيل أربع مضاعفات للخل الوظيفى الحاد بالكلى لدى مرضى الحالات الحرجة وهى : المضاعفات المتعلقة بإدخال القسطرة وانخفاض ضغط الدم والنزيف واضطرابات فى توازن الالكتروليت . وقد أشار إلى أن مضاعفات انخفاض ضغط الدم (3. 41 % ) واضطرابات توازن الالكتروليت (6 ، 50 %) كان يمثلان المضاعفات الرئيسية . وعلى الرغم من محدودية هذه الدراسة على عينة صغيرة ومحدودية النتائج التى تم التوصل إليها ، إلا أنه من المهم كخطوة أولى فى تقييم نتائج العلاج التعويضى المستمر للقصور الكلوى . إن هناك حاجة لمزيد من الدراسات العشوائية المستقبلية متعددة المراكز للتعرف بشكل تام على المضاعفات وتحديد النسبة بين المخاطر والمنافع الخاصة بالعلاج التعويضى المستمر للقصور الكلوى .

## الهدف من الدراسة

تهدف هذه الدراسة الى توفير المعلومات الحديثة فيما يتعلق بالعلاج التعويضى للقصور الكلوى لمرضى اضطراب الدورة الدموية من حيث الاغراض والتقنيات والمضاعفات .

## Contents

Subjects	Page
• <b>Introduction</b> .....	1
• <b>Aim of the Work</b> .....	3
• <b>Review of Literature</b>	
<b>Chapter (1):</b> Renal anatomy, histology and physiology .....	4
<b>Chapter (2):</b> Pathophysiology and management of renal failure.....	19
<b>Chapter (3):</b> Indications and techniques of Renal Replacement therapy in critically ill patients.....	45
<b>Chapter (4):</b> Complications of Renal Replacement Therapy.....	83
• <b>Summary</b> .....	105
• <b>References</b> .....	108

---

## List of Abbreviations

---

<i>Abbrevi</i>	<i>term</i>
ACE-I	Angiotensin converting enzyme inhibitor
ACT	Activated clotting time
ADH	Alternate-day hemodialysis
ADQI	Acute dialysis quality initiative
AHF	American Hospital Formulary Service
AKI	Acute kidney injury
APD	Automated peritoneal dialysis
ARF	Acute renal failure
CAPD	Continuous ambulatory peritoneal dialysis
CAVH	Continuous arteriovenous hemofiltration
CAVHD	Continuous arteriovenous hemodiafiltration
CIVI	Continuous IV infusion
CKD	Chronic kidney disease
CKF	Chronic kidney failure
CRF	Chronic renal failure
CRRT	Continuous renal replacement therapy
CTS	Carpal tunnel syndrome
CVVH	Continuous venovenous hemofiltration
CVVHD	Continuous venovenous hemodialysis
CVVHDF	Continuous venovenous hemodiafiltration
DPRF5	Drug Prescribing in Renal Failure, 5th edition
DRA	Dialysis related amyloid
ESRD	End-stage renal disease
ETO	Ethylene oxide
FDA	Food and Drug Administration

---

GFR	Glomerular filtration rate
HBV	Hepatitis B virus
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Bicarbonate
HCV	Hepatitis C virus
HIV	Human immunodeficiency virus
HTBD	High turnover bone disease
ICU	Intensive Care Unit
IDWG	Interdialytic weight gain
IHD	Intermittent hemodialysis
IRAD	Implantable Renal Assist Device
IV	Intravenous
MEMS	Microelectromechanical systems
NDD-CKD	Non dialysis dependant- end stage renal disease
NSAIDs	Non steroidal anti-inflammatory drugs
OCP	Oral contraceptive pills
RAS	Renin-Angiotensin System
RIFLE	Risk-Injury-Failure-Loss-End stage
RRT	Renal replacement therapy
SCUF	Slow continuous ultrafiltration
SLEDD	Sustained low-efficiency daily dialysis
TMP	trimethoprim
UCSF	University of California, San Francisco
UF	Ultrafiltration

## List of Tables

<b>Tables</b>	<b>Title</b>	<b>Page</b>
<b>Table (1)</b>	Summary of the chronic and acute risk factors of ARF in the ICU.	27
<b>Table (2)</b>	Definition of risk group for ARF in the ICU.	28
<b>Table (3)</b>	Treatment of hyperkalaemia.	36
<b>Table (4)</b>	Drug Dosing Recommendations for Continuous Renal Replacement Therapy.	43
<b>Table (5)</b>	A summary of absolute or ‘rescue therapy’ indications for initiation of renal replacement therapy in critically ill patients.	48
<b>Table (6)</b>	RIFLE Criteria for Acute Renal Dysfunction.	49
<b>Table (7)</b>	Major differences between IHD and CRRT.	57
<b>Table (8)</b>	Comparison between different types of CRRT.	70
<b>Table (9)</b>	Anticoagulation options in continuous renal replacement therapy.	72
<b>Table (10)</b>	Anticoagulation modalities for continuous renal replacement.	73