

CLAUDIO RONCO

Professore Ordinario di Nefrologia • Università degli Studi di Padova

# Nefrologia Critica

Il volume è stato realizzato  
grazie alla collaborazione attiva dei seguenti Autori:

Simona Benegni, Vinicio Danzi, Silvia De Rosa, Isabella Favia,  
Fiorenza Ferrari, Giulia Gazzaniga, Roberta Haiberger,  
Anna Lorenzin, Nicola Marchionna, Eleonora Marinari,  
Maria Angela Mettifogo, Marta Proglino, Emilio Quaia,  
Zaccaria Ricci, Stefano Romagnoli, Sara Samoni,  
Gianluca Villa, Monica Zanella, Federica Zoppi

Presentazione del  
Prof. Massimo Antonelli

**PICCIN**

Opera coperta dal diritto d'autore  
TUTTI I DIRITTI SONO RISERVATI

Questo testo contiene materiale, testi ed immagini, coperto da copyright e non può essere copiato, riprodotto, distribuito, trasferito, noleggiato, licenziato o trasmesso in pubblico, venduto, prestato a terzi, in tutto o in parte, o utilizzato in alcun altro modo o altrimenti diffuso, se non previa espressa autorizzazione dell'editore. Qualsiasi distribuzione o fruizione non autorizzata del presente testo, così come l'alterazione delle informazioni elettroniche, costituisce una violazione dei diritti dell'editore e dell'autore e sarà sanzionata civilmente e penalmente secondo quanto previsto dalla L. 633/1941 e ss.mm.

AVVERTENZA

Indicazioni accurate, effetti indesiderati e dosaggi per i farmaci sono indicati nel libro, ma è possibile che cambino. Il lettore deve esaminare le informazioni contenute nel foglietto illustrativo dei produttori dei medicinali menzionati. Gli autori, curatori, editori o distributori non sono responsabili per errori od omissioni o per qualsiasi conseguenza derivante dall'applicazione delle informazioni di quest'opera, e non danno alcuna garanzia, esplicita o implicita, rispetto al contenuto della pubblicazione.

Gli autori, curatori, editori e distributori non si assumono alcuna responsabilità per qualsiasi lesione o danno a persone o cose derivante da questa pubblicazione.

ISBN 978-88-299-3112-5

Stampato in Italia

---

Copyright © 2021, by Piccin Nuova Libreria S.p.A., Padova

[www.piccin.it](http://www.piccin.it)

# Presentazione

*Massimo Antonelli*

Ogni opera letteraria o scientifica riflette sempre lo spirito, la visione e la metodologia di scrittura del suo Autore.

Il volume *Nefrologia Critica* non fa eccezione e rispecchia le straordinarie doti del "Connettivista" come ama definirsi il Prof Claudio Ronco, vero creatore di reti interdisciplinari. La sua personalità eclettica e dagli innumerevoli interessi spazia dalla medicina alla letteratura, dallo sport praticato a livello agonistico alla musica.

In una proiezione intelligente e visionaria, le competenze multidisciplinari si "connettono", si intersecano e si intrecciano garantendo al lettore una prospettiva di sistema a 360 gradi sul malato critico nefrologico.

Il piano dell'opera ricalca l'impianto funzionale e gestionale della nefrologia critica, che trae ispirazione dal modello vicentino dell'Ospedale S. Bortolo, creato anni fa dal Prof Ronco.

Ogni capitolo ha una solida struttura fisiologica e clinica con una impostazione concreta, che rende il testo facilmente fruibile per i principianti e genera importanti riflessioni negli iniziati della materia.

Valenti colleghi del mondo intensivologico, nefrologico, radiologico, infettivologico e infermieristico hanno contribuito alla redazione dei vari capitoli, mescolando le competenze con un'analisi puntuale anche degli aspetti tecnici, grazie al contributo di bioingegneri e specialisti del settore.

I richiami ai quadri clinici reali e di quotidiana gestione offrono l'opportunità di un'attenta comprensione fisiopatologica dei fenomeni e del loro trattamento terapeutico.

Di particolare utilità sono i capitoli dedicati agli approcci farmacologici e alle terapie extracorporee di supporto multiorgano e di gestione del bilancio idrico.

L'imaging e la descrizione istopatologica del danno renale acuto, attraverso le procedure di diagnosi bioptica, costituiscono un irrinunciabile complemento al piano generale dell'opera.

Con un approccio consapevole e moderno viene tenuto in grande considerazione l'aspetto nutrizionale nel paziente intensivo, a cui è dedicato uno specifico capitolo.

La nefrologia è divenuta una branca fondamentale delle discipline intensivologiche e il sapere in questo ambito si è arricchito di conoscenze ispirate da un Maestro come Claudio Ronco e di uno spirito multidisciplinare che è l'essenza della medicina moderna.

Questa opera nasce dalla fruttuosa collaborazione con l'Editore Piccin di Padova, nella cui Università l'Autore ricopre la cattedra di Nefrologia e rappresenta la continuità di una collana nefrologica unica nel suo genere per studenti

e medici specializzandi, nonché una fonte preziosa di consultazione per gli specialisti. La Collana consta di volumi già pubblicati (Nefrologia Medica e Dialisi Peritoneale) e di un testo in preparazione sull'emodialisi.

Impreziosire la propria biblioteca scientifica con questo volume ritengo sia di straordinaria utilità e imprescindibile completamento per la formazione di ogni intensivista e nefrologo con l'obiettivo di realizzare trattamenti accorti e intelligenti per i nostri pazienti.

***Prof. Massimo Antonelli***

*Direttore Dipartimento di Scienze dell'Emergenza  
Anestesiologiche e della Rianimazione*

*Professore Ordinario di Anestesiologia e Rianimazione*

*Past President della Società Europea di Medicina Intensiva (ESICM)*

*Past President della SIAARTI*

*Direttore della Scuola di Specializzazione in Anestesiologia,  
Rianimazione, Terapia Intensiva e del Dolore*

*Fondazione Policlinico Universitario A. Gemelli IRCCS*

*Università Cattolica del Sacro Cuore, Roma*

# Introduzione e uso del libro

*Claudio Ronco*

Vi sarà talora capitato di vedere in libreria dei manuali del tipo “Il computer per principianti” o “la chitarra elettrica per negati” o ancora “l’inglese per tutti”. Io ho letto alcuni di questi libri e ho trovato estremamente interessanti:

☺ *Gli aneddoti ed episodi di vita vissuta utili a far sentire meno solo il principiante*

● I messaggi dell’autore cui prestare particolare attenzione

📖 *Le raccomandazioni segnalate con un simbolo*

Pertanto, ogniqualvolta troverete uno di questi simboli prestate attenzione. Vi saranno delle informazioni importanti oppure un aneddoto di vita vissuta che vi farà sentire meno soli nell’esplorare i complessi meandri della nefrologia critica.

## Introduzione

☺ *Ho iniziato a interessarmi di pazienti critici quando ho capito che nessuno suona una sinfonia da solo. Ci vuole un’orchestra. I professori possono avere diversi strumenti, ma devono suonare sulla stessa tonalità. Così è per il paziente critico. Pensai che un unico specialista forse non avrebbe avuto tutte le competenze necessarie per gestire un paziente così complesso. D’altra parte non è certo con una consulenza scritta in fretta che un medico di una disciplina può veramente aiutare il case manager di una situazione grave. E quindi mi ripromisi che avrei sviluppato un modello nuovo. Un modello multidisciplinare dove i vari specialisti si riuniscono al letto del paziente per portare frammenti di conoscenza al quadro generale di diagnosi e cura. Quel modello oggi viene chiamato nel mondo “Modello Vicenza” e la disciplina che ne è risultata viene definita comunemente “Nefrologia Critica” o “Critical Care Nephrology”.*

● All’inizio non è facile lavorare in team e gestire pazienti con molteplici comorbidità. Ma se avrete pazienza troverete una grandissima soddisfazione nel lavorare con una squadra di specialisti da cui potrete apprendere moltissimo. Chi ne beneficerà sarà sempre il paziente.

Purtroppo non sempre la formazione di un nefrologo è stata sufficientemente specifica da consentire di muoversi con destrezza in una rianimazione. D’altro canto, la formazione del medico rianimatore è spesso generica e non vi

sono sufficienti nozioni di fisiologia e patologia renale per gestire al meglio il paziente critico con problemi renali. Entrando in un reparto di medicina critica o terapia intensiva, si è generalmente colpiti dal numero di tecnologie presenti e frastornati dall'intensità delle azioni che a ogni minuto vengono compiute.

☞ *Prima lezione per i meno esperti è quella di non avere paura di dire "non lo so" e di non aver paura di chiedere aiuto. La brutta figura la fa colui che non sa e che non fa niente per imparare. Con il tempo acquisterete sicurezza e quindi non siate in ansia. L'ansia si trasmette agli operatori e ai pazienti e porta facilmente a errori. Ben presto, apprenderete i segreti delle varie tecniche e scoprirete che gli esperti di alcune metodiche sarete proprio voi. Dovrete cercare di conoscere l'evoluzione della tecnologia nel settore della nefrologia critica per poter utilizzare al meglio le risorse disponibili.*

☞ *Non saltate il capitolo della storia della nefrologia critica. Vi troverete spunti interessanti.*

Una volta approfondito il tema a ponte fra nefrologia e terapia intensiva trattato in questo volume, vi troverete a prendere decisioni e a dare consigli su aspetti che nessun altro come voi avrà approfondito e conoscerà fino in fondo.

☞ *Imparate a lavorare in equipe. Entrate in confidenza con medici e infermieri degli altri reparti. Organizzate una pizza ogni tanto. Scoprirete che l'amicizia rafforzerà anche la stima reciproca come specialisti e lavorerete meglio assieme.*

In conclusione, questo libro vuole essere un manuale per studenti, specializzandi in diverse discipline, giovani specialisti, infermieri e tecnici di dialisi e tutte quelle persone che vogliono approfondire la conoscenza della nefrologia in ambiente critico e delle relative tecnologie, possibilmente senza annoiarsi e senza perdersi d'animo. Ci sarà tempo per approfondire alcuni concetti o particolari nozioni su libri e siti più specifici. Per il momento godetevi la lettura quasi fosse un racconto.

☺ *Un'ultima cosa. Da anni ormai dirigo un istituto multidisciplinare con medici di diverse discipline, fisici e biologi, matematici e ingegneri, economisti e biotecnologi. L'idea mi venne molti anni fa leggendo un libro di fantascienza intitolato "Crociera verso l'infinito" di A.E. Van Vogt. L'autore descriveva un'astronave piena di scienziati in un viaggio interplanetario. Vi era anche uno scienziato particolare che non era esperto in nulla se non nella capacità di far lavorare assieme la gente e mettere in comune le conoscenze. Lo chiamavano il connettivista. Io oggi mi sento il connettivista della nefrologia critica che deve assolutamente lavorare su un modello multidisciplinare, come dico sempre, per dividere l'ignoranza e moltiplicare la conoscenza.*

# Autore

## **Claudio Ronco**

Professore Ordinario di Nefrologia  
Dipartimento di Medicina (DIMED)  
Università degli Studi di Padova  
Direttore Unità Operativa Complessa  
di Nefrologia, Dialisi e Trapianto renale  
e International Renal Research Institute of Vicenza (IRRIV)  
ULSS 8 Berica, Ospedale San Bortolo - Vicenza

# Collaboratori

## **Simona Benegni**

Dirigente Medico  
Unità di Terapia Intensiva Cardiochirurgica  
Dipartimento Medico Chirurgico  
di Cardiologia Pediatrica  
Ospedale Bambino Gesù, Roma

## **Vinicio Danzi**

Direttore  
Unità Operativa Complessa  
di Anestesia e Rianimazione  
ULSS 8 Berica, Ospedale San Bortolo – Vicenza

## **Silvia De Rosa**

Dirigente Medico  
Unità Operativa Complessa  
di Anestesia e Rianimazione  
International Renal Research Institute  
of Vicenza (IRRIV)  
ULSS 8 Berica, Ospedale San Bortolo – Vicenza

## **Isabella Favia**

Dirigente Medico  
Unità di Terapia Intensiva Cardiochirurgica  
Dipartimento Medico Chirurgico  
di Cardiologia Pediatrica  
Ospedale Bambino Gesù, Roma

## **Fiorenza Ferrari**

Dirigente Medico  
Unità Operativa di Anestesia e Terapia Intensiva  
Fondazione I.R.C.C.S. Policlinico San Matteo  
Università di Pavia

## **Giulia Gazzaniga**

Dirigente Medico  
Unità Operativa di Anestesia e Terapia Intensiva  
Fondazione I.R.C.C.S. Policlinico San Matteo  
Università di Pavia

## **Roberta Haiberger**

Dirigente Medico  
Unità di Terapia Intensiva Cardiochirurgica  
Dipartimento Medico Chirurgico  
di Cardiologia Pediatrica  
Ospedale Bambino Gesù, Roma

## **Anna Lorenzin**

Ingegnere clinico  
Unità Operativa Complessa  
di Nefrologia, Dialisi e Trapianto renale  
ULSS 8 Berica, Ospedale San Bortolo – Vicenza

## **Nicola Marchionna**

Dirigente Medico  
Unità Operativa Complessa  
di Nefrologia, Dialisi e Trapianto renale  
ULSS 8 Berica, Ospedale San Bortolo – Vicenza

## **Eleonora Marinari**

Dirigente Medico  
Unità di Terapia Intensiva Cardiochirurgica  
Dipartimento Medico Chirurgico  
di Cardiologia Pediatrica  
Ospedale Bambino Gesù, Roma

**Maria Angela Mettifogo**

Coordinatore Tutoraggio Nursing  
Unità Operativa Complessa  
di Nefrologia, Dialisi e Trapianto renale  
ULSS 8 Berica, Ospedale San Bortolo – Vicenza

**Marta Proglia**

Dirigente Medico  
Unità Operativa Complessa  
di Nefrologia, Dialisi e Trapianto renale  
ULSS 8 Berica, Ospedale San Bortolo – Vicenza

**Emilio Quia**

Professore Ordinario di Radiologia  
Dipartimento di Medicina (DIMED)  
Istituto di Radiologia  
Università degli Studi di Padova

**Zaccaria Ricci**

Professore Associato di Anestesia,  
Rianimazione, Terapia Intensiva e del Dolore  
Dipartimento di Scienze della Salute,  
Università di Firenze  
Servizio di Anestesia e Rianimazione,  
AOU Meyer, Firenze

**Stefano Romagnoli**

Professore Ordinario di Anestesia,  
Rianimazione, Terapia Intensiva e del Dolore  
Dipartimento di Scienze della Salute,  
Università di Firenze  
Dipartimento di Anestesia e Rianimazione,  
AOU Careggi, Firenze

**Sara Samoni**

Dirigente Medico  
Unità Operativa Complessa  
di Nefrologia e Dialisi  
ASST Lariana, Ospedale Sant'Anna - Como

**Gianluca Villa**

Ricercatore Universitario di Anestesia,  
Rianimazione, Terapia Intensiva e del Dolore  
Dipartimento di Scienze della Salute,  
Università di Firenze  
Dipartimento di Anestesia e Rianimazione,  
AOU Careggi, Firenze

**Monica Zanella**

Dirigente Medico  
Unità Operativa Complessa  
di Nefrologia, Dialisi e Trapianto renale  
ULSS 8 Berica, Ospedale San Bortolo – Vicenza

**Federica Zoppi**

Medico specializzando  
Scuola di Specializzazione in Anestesia,  
Rianimazione, Terapia Intensiva e del Dolore,  
Università di Firenze

*Uno speciale ringraziamento alla dottoressa Elisa Costa  
Fellow dell'International Renal Research Institute of Vicenza (IRRIV)  
per la correzione delle bozze e la rilettura dei testi.*



# Indice generale

<b>Presentazione</b> . . . . .	<b>III</b>
<b>Introduzione e uso del libro</b> . . . . .	<b>V</b>
<b>Autore e collaboratori</b> . . . . .	<b>VII</b>
<b>CAPITOLO 1</b>	
<b>Cenni storici</b> . . . . .	<b>1</b>
<i>Claudio Ronco</i>	
<b>Nascita della Critical Care Nephrology</b> . . . . .	<b>1</b>
<b>Storia delle terapie sostitutive nel paziente critico</b> . . . . .	<b>2</b>
<b>Storia delle terapie sostitutive nel paziente pediatrico</b> . . . . .	<b>15</b>
<b>CAPITOLO 2</b>	
<b>Il paziente critico</b> . . . . .	<b>17</b>
<i>Silvia De Rosa, Zaccaria Ricci, Sara Samoni</i>	
<b>Definizione</b> . . . . .	<b>17</b>
<b>Approccio iniziale e gestione del paziente critico</b> . . . . .	<b>21</b>
<b>Quadri clinici</b> . . . . .	<b>22</b>
<b>Al letto del paziente critico</b> . . . . .	<b>33</b>
<b>CAPITOLO 3</b>	
<b>Aspetti generali di Terapia Intensiva: il paziente critico e le insufficienze d'organo</b> . . . . .	<b>37</b>
<i>Stefano Romagnoli, Silvia De Rosa, Zaccaria Ricci</i>	
<b>Le disfunzioni d'organo</b> . . . . .	<b>37</b>
<b>La sepsi e lo shock settico</b> . . . . .	<b>40</b>
<b>Il monitoraggio emodinamico</b> . . . . .	<b>44</b>
<b>Farmaci cardio-vasoattivi</b> . . . . .	<b>56</b>
<b>L'insufficienza respiratoria</b> . . . . .	<b>61</b>
<b>Il supporto artificiale extracorporeo delle insufficienze d'organo e la Multiple Organ Support Therapy (MOST)</b> . . . . .	<b>68</b>
<b>CAPITOLO 4</b>	
<b>Il paziente con malattia renale cronica in terapia intensiva</b> . . . . .	<b>75</b>
<i>Sara Samoni, Silvia De Rosa</i>	
<b>Introduzione</b> . . . . .	<b>75</b>
<b>La relazione fisiopatologica tra malattia renale cronica (CKD) e danno renale acuto (AKI)</b> . . . . .	<b>75</b>
<b>Possibili presentazioni cliniche di quadri critici nei pazienti con malattia renale cronica</b> . . . . .	<b>78</b>
<b>Gestione del paziente con malattia renale cronica in terapia intensiva</b> . . . . .	<b>79</b>
<b>Il passaggio dall'emodialisi e dialisi peritoneale alle terapie sostitutive renali continue e viceversa</b> . . . . .	<b>81</b>

## CAPITOLO 5

**Il danno renale acuto e insufficienza renale acuta (AKI) . . . . . 83***Sara Samoni, Gianluca Villa, Claudio Ronco*

Definizione e classificazione . . . . .	83
Epidemiologia dell'AKI . . . . .	88
Fisiopatologia e patogenesi dell'AKI . . . . .	89
Classificazione eziologica dell'AKI . . . . .	92
L'AKI in specifici contesti clinici . . . . .	94
Quadri clinici e loro evoluzione . . . . .	98

## CAPITOLO 6

**L'imaging nella malattia renale acuta in terapia intensiva . . . . . 101***Sara Samoni, Emilio Quaia, Claudio Ronco*

Introduzione . . . . .	101
La radiografia . . . . .	101
L'urografia . . . . .	102
La TC addome e l'uro-TC . . . . .	104
L'ecocolorDoppler renale . . . . .	105
L'ecografia nella determinazione dello stato di idratazione . . . . .	111
La risonanza magnetica del rene e delle vie urinarie . . . . .	112

## CAPITOLO 7

**Biopsia e quadri istologici di danno renale acuto . . . . . 113***Marta Proglia, Claudio Ronco*

La biopsia renale . . . . .	113
Indicazioni alla biopsia . . . . .	113
Controindicazioni alla biopsia renale . . . . .	115
Esecuzione della biopsia renale . . . . .	115
Complicanze della biopsia renale . . . . .	116
Lesioni caratteristiche . . . . .	116
Quadri istologici tipici di danno renale acuto . . . . .	118

## CAPITOLO 8

**Indicazioni all'inizio della terapia extracorporea e timing . . . . . 127***Zaccaria Ricci, Eleonora Marinari, Simona Benegni, Stefano Romagnoli*

Indicazioni e timing: una questione di semantica? . . . . .	127
Indicazioni alla terapia dialitica nel paziente critico . . . . .	128
Timing . . . . .	134
Discontinuazione della RRT (weaning) . . . . .	137

## CAPITOLO 9

**Accessi vascolari . . . . . 139***Nicola Marchionna, Sara Samoni*

Introduzione . . . . .	139
Catetere venoso centrale . . . . .	140
Sito d'inserzione . . . . .	145
Performance del catetere . . . . .	145
Lunghezza del catetere . . . . .	147
Procedura di attacco del catetere venoso centrale . . . . .	148
Ricircolo . . . . .	149
Procedura di chiusura del catetere venoso centrale . . . . .	150
Complicanze, suggerimenti e raccomandazioni pratiche . . . . .	151

## CAPITOLO 10

**Meccanismi di trasporto dei soluti . . . . . 155***Claudio Ronco, Monica Zanella*

Introduzione . . . . .	155
Diffusione . . . . .	156
Ultrafiltrazione . . . . .	159

Convezione . . . . .	161
Adsorbimento . . . . .	164
Osmosi . . . . .	164
<b>CAPITOLO 11</b>	
<b>Filtri e membrane: struttura e funzioni . . . . .</b>	<b>165</b>
<i>Claudio Ronco, Sara Samoni</i>	
<b>Introduzione . . . . .</b>	<b>165</b>
<b>Il sistema dializzante . . . . .</b>	<b>165</b>
<b>Il comparto del liquido di dialisi . . . . .</b>	<b>184</b>
<b>Il filtro nel suo insieme . . . . .</b>	<b>186</b>
<b>Considerazioni relative all'impiego dei filtri nelle CRRT . . . . .</b>	<b>195</b>
<b>Conclusioni . . . . .</b>	<b>195</b>
<b>CAPITOLO 12</b>	
<b>Sorbenti: struttura chimica e applicazioni cliniche. . . . .</b>	<b>197</b>
<i>Claudio Ronco</i>	
<b>Introduzione . . . . .</b>	<b>197</b>
<b>Principi di base . . . . .</b>	<b>197</b>
<b>Struttura e composizione dei sorbenti . . . . .</b>	<b>199</b>
<b>Requisiti di un sorbente . . . . .</b>	<b>201</b>
<b>Meccanismi di adsorbimento dei soluti in mezzi porosi . . . . .</b>	<b>201</b>
<b>Misura ed efficienza dell'adsorbimento . . . . .</b>	<b>203</b>
<b>Biocompatibilità dei sorbenti . . . . .</b>	<b>206</b>
<b>Razionale per l'impiego dei sorbenti in clinica . . . . .</b>	<b>208</b>
<b>Modalità e tecniche di impiego dei sorbenti . . . . .</b>	<b>209</b>
<b>Terapie con sorbenti nella sepsi . . . . .</b>	<b>214</b>
<b>Terapie con sorbenti nelle intossicazioni . . . . .</b>	<b>216</b>
<b>Conclusioni . . . . .</b>	<b>217</b>
<b>CAPITOLO 13</b>	
<b>Concetti di terapia extracorporea (il circuito e il monitor) . . . . .</b>	<b>219</b>
<i>Zaccaria Ricci, Isabella Favia, Stefano Romagnoli</i>	
<b>Introduzione . . . . .</b>	<b>219</b>
<b>Il monitor: evoluzione di quattro generazioni. . . . .</b>	<b>220</b>
<b>Le componenti di un apparecchio per CRRT . . . . .</b>	<b>223</b>
<b>Il circuito extracorporeo . . . . .</b>	<b>225</b>
<b>I sistemi di sicurezza del circuito extracorporeo . . . . .</b>	<b>229</b>
<b>Le fasi di un trattamento CRRT . . . . .</b>	<b>234</b>
<b>CAPITOLO 14</b>	
<b>Strategie di anticoagulazione durante CRRT . . . . .</b>	<b>237</b>
<i>Stefano Romagnoli, Zaccaria Ricci</i>	
<b>Introduzione . . . . .</b>	<b>237</b>
<b>Scegliere una strategia secondo le linee guida . . . . .</b>	<b>238</b>
<b>Anticoagulazione sistemica con UFH e LMWH . . . . .</b>	<b>238</b>
<b>Anticoagulazione sistemica con gli inibitori diretti della trombina . . . . .</b>	<b>241</b>
<b>Anticoagulazione regionale con citrato (RCA) . . . . .</b>	<b>241</b>
<b>Anticoagulazione regionale con eparina-protamina . . . . .</b>	<b>249</b>
<b>NO anticoagulazione . . . . .</b>	<b>250</b>
<b>Conclusioni . . . . .</b>	<b>250</b>
<b>CAPITOLO 15</b>	
<b>Liquidi di sostituzione e soluzioni dializzanti. . . . .</b>	<b>253</b>
<i>Sara Samoni, Gianluca Villa</i>	
<b>Introduzione . . . . .</b>	<b>253</b>
<b>Tipologia e caratteristiche dei liquidi di sostituzione e del dialisato in CRRT . . . . .</b>	<b>253</b>
<b>Tipologia e caratteristiche delle soluzioni tampone in CRRT . . . . .</b>	<b>257</b>
<b>Temperatura dei liquidi di sostituzione e del dialisato in CRRT. . . . .</b>	<b>258</b>

## CAPITOLO 16

**Tecniche extracorporee nel paziente critico . . . . . 259***Claudio Ronco, Sara Samoni*

Introduzione. . . . .	259
Obiettivi delle tecniche extracorporee nel paziente critico . . . . .	259
Cenni storici. . . . .	260
Meccanismi operativi. . . . .	260
Circuito e accesso vascolare . . . . .	261
Durata e frequenza del trattamento . . . . .	261
Tecniche e relativi dispositivi . . . . .	262
Conclusioni . . . . .	269

## CAPITOLO 17

**Prescrizione della RRT e scelta della modalità . . . . . 271***Zaccaria Ricci, Simona Benegni, Stefano Romagnoli, Claudio Ronco*

Quando iniziare e con quale modalità. . . . .	271
La scelta della membrana . . . . .	280
Dose dialitica . . . . .	283
Gestione del volume . . . . .	287
Discontinuazione da RRT ( <i>weaning</i> ) . . . . .	289

## CAPITOLO 18

**Clinica del trattamento sostitutivo renale nel paziente critico:  
dalle fasi iniziali alla dimissione dalla terapia intensiva . . . . . 293***Zaccaria Ricci, Stefano Romagnoli, Claudio Ronco*

Caratterizzazione del paziente prima dell'inizio della terapia extracorporea . . . . .	293
Inizio della terapia: dalla prescrizione teorica alla somministrazione pratica . . . . .	299
Monitoraggio della terapia e prescrizione dinamica . . . . .	300
Modalità di sospensione del trattamento . . . . .	302
Criteri di dimissione dalla terapia intensiva e follow-up . . . . .	302

## CAPITOLO 19

**Conduzione e monitoraggio della terapia extracorporea  
(elementi di nursing) . . . . . 305***Maria Angela Mettifogo*

Introduzione. . . . .	305
Preparazione del materiale e allestimento . . . . .	305
Fase di priming . . . . .	306
Preparazione dell'accesso vascolare . . . . .	308
Impostazione dei parametri di trattamento . . . . .	309
Fase di attacco del paziente . . . . .	310
Gestione del trattamento . . . . .	313
Fase di stacco del paziente . . . . .	320
Suggerimenti pratici . . . . .	321

## CAPITOLO 20

**Complicanze tecniche e cliniche dei trattamenti sostitutivi renali . . . . . 323***Silvia De Rosa, Vinicio Danzi*

Complicanze tecniche . . . . .	324
Complicanze cliniche. . . . .	329

## CAPITOLO 21

**Sepsi e clinica della disfunzione multiorgano . . . . . 341***Gianluca Villa, Silvia De Rosa*

Epidemiologia. . . . .	341
Vecchie e nuove definizioni di sepsi e shock settico . . . . .	343
Principi di trattamento . . . . .	358

<b>CAPITOLO 22</b>	
<b>Trattamenti extracorporei nella sepsi . . . . .</b>	<b>365</b>
<i>Gianluca Villa, Silvia De Rosa, Claudio Ronco</i>	
Principi di trattamento e ruolo delle EBPT . . . . .	366
Rimozione di endotossina . . . . .	369
Rimozione delle citochine tramite emoadsorbimento . . . . .	370
Rimozione delle citochine tramite <i>clearance</i> transmembrana. . . . .	372
Il concetto di terapia sequenziale . . . . .	373
Conclusioni . . . . .	374
<b>CAPITOLO 23</b>	
<b>Terapie extracorporee di supporto multiorgano (ECOS). . . . .</b>	<b>377</b>
<i>Silvia De Rosa, Gianluca Villa, Claudio Ronco</i>	
Introduzione. . . . .	377
Supporto extracorporeo della funzione epatica . . . . .	379
Supporto cardio-respiratorio . . . . .	385
Ultrafiltrazione, supporto cardiaco e gestione del bilancio idrico . . . . .	392
Evoluzione tecnologica e delle terapie ECOS . . . . .	400
<b>CAPITOLO 24</b>	
<b>Tipologie e caratteristiche delle apparecchiature per CRRT . . . . .</b>	<b>401</b>
<i>Anna Lorenzin, Maria Angela Mettifogo, Claudio Ronco</i>	
Introduzione. . . . .	401
Le macchine per CRRT. . . . .	402
Componenti fondamentali di una macchina per CRRT . . . . .	402
Caratteristiche tecniche delle macchine per CRRT più comuni. . . . .	405
<b>CAPITOLO 25</b>	
<b>Terapia sostitutiva renale pediatrica . . . . .</b>	<b>419</b>
<i>Zaccaria Ricci, Roberta Haiberger</i>	
Epidemiologia della terapia renale sostitutiva continua . . . . .	419
Timing . . . . .	420
Modalità di terapia sostitutiva renale continua: dialisi peritoneale . . . . .	421
Modalità di terapia sostitutiva renale continua: dialisi extracorporea . . . . .	422
Aspetti tecnici della terapia continua sostitutiva renale pediatrica . . . . .	424
Terapia sostitutiva renale in bambini sottoposti a <i>Extracorporeal Membrane Oxygenation</i> (ECMO) . . . . .	426
Conclusioni . . . . .	427
<b>CAPITOLO 26</b>	
<b>Nutrizione nel paziente critico e in corso di terapia extracorporea . . . . .</b>	<b>429</b>
<i>Silvia De Rosa, Vinicio Danzi</i>	
Aspetti fisiologici del metabolismo energetico. . . . .	430
Metodi di misurazione della spesa energetica totale. . . . .	430
Alterazioni del metabolismo proteico e <i>Protein Energy Wasting</i> . . . . .	433
Alterazioni del metabolismo glucidico e lipidico . . . . .	435
Gestione della nutrizione in corso di danno renale acuto . . . . .	436
Gestione della nutrizione in corso di terapia sostitutiva renale . . . . .	438
Conclusioni . . . . .	441
<b>CAPITOLO 27</b>	
<b>Farmaci e CRRT. . . . .</b>	<b>443</b>
<i>Fiorenza Ferrari, Giulia Gazzaniga</i>	
Farmacocinetica e farmacodinamica . . . . .	443
Modificazioni farmacocinetiche nel paziente critico . . . . .	444
Parametri farmacocinetici di interesse nel paziente critico . . . . .	445
Caratteristiche fisico-chimiche di un farmaco e CRRT . . . . .	447
Rimozione di un farmaco durante CRRT . . . . .	448

Calcolo della clearance, dose e intervallo di somministrazione di un farmaco durante CRRT. . . . .	451
Appendice. . . . .	453
<b>CAPITOLO 28</b>	
<b>Gestione della qualità in CRRT . . . . .</b>	<b>457</b>
<i>Sara Samoni, Claudio Ronco</i>	
Introduzione. . . . .	457
La prevenzione primaria del danno renale acuto in comunità. . . . .	457
La prevenzione primaria del danno renale acuto in ospedale. . . . .	460
La prevenzione secondaria del danno renale acuto in ospedale . . . . .	462
La terapia sostitutiva renale . . . . .	464
Considerazioni pratiche sugli indicatori di qualità . . . . .	464
La prevenzione terziaria del danno renale acuto . . . . .	469
Conclusioni . . . . .	471
<b>CAPITOLO 29</b>	
<b>Linee guida italiane alla prevenzione, diagnosi e terapia delle sindromi di danno renale acuto . . . . .</b>	<b>473</b>
<i>Sara Samoni, Silvia De Rosa, Gianluca Villa, Claudio Ronco</i>	
Sezione 1. Introduzione e metodologia . . . . .	473
Sezione 2. Definizione di AKI . . . . .	475
Sezione 3. Prevenzione e trattamento dell'AKI . . . . .	476
Sezione 4. AKI da mezzo di contrasto. . . . .	478
Sezione 5. Interventi dialitici per il trattamento dell'AKI . . . . .	479
<b>CAPITOLO 30</b>	
<b>Nomenclatura nelle terapie sostitutive renali. . . . .</b>	<b>483</b>
<i>Anna Lorenzin, Gianluca Villa</i>	
Introduzione. . . . .	483
Caratteristiche delle membrane . . . . .	486
Meccanismo di trasporto di fluidi e soluti . . . . .	488
Fluidi, volumi e flussi. . . . .	491
<b>CAPITOLO 31</b>	
<b>Il danno renale in pazienti con infezione da SARS-CoV-2 . . . . .</b>	<b>495</b>
<i>Stefano Romagnoli, Federica Zoppi, Zaccaria Ricci, Claudio Ronco</i>	
Introduzione: una pandemia inattesa . . . . .	495
AKI in corso di COVID-19: fisiopatologia del danno . . . . .	496
Strategie di trattamento extracorporeo . . . . .	498
Conclusioni . . . . .	502
<b>Lecture e siti consigliati . . . . .</b>	<b>503</b>
<b>Glossario abbreviazioni e acronimi . . . . .</b>	<b>505</b>
<b>Indice analitico . . . . .</b>	<b>513</b>