

Nefrologia

11° EDIZIONE



Nefrologia

11° EDIZIONE

Concorso Nazionale
SSM 2025



ISBN

9788833412894

DEPOSITO LEGALE

Come per Legge

ACCADEMIA ITALIANA MEDICI SPECIALIZZANDI S.R.L.

Via Ettore Carafa, 57
70124 - Bari (Ba) - Italia
P.IVA: 07625410720
www.accademiamedici.it

GRAFICA, IMPAGINAZIONE ED ILLUSTRAZIONI

Iceberg Visual Diseño, S.L.N.E., Marika Perazzetti

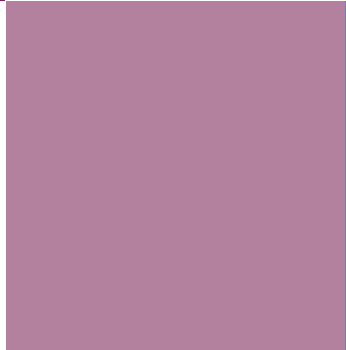
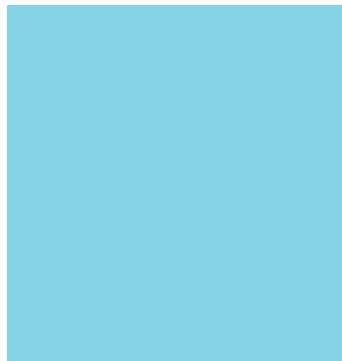
STAMPA

Finito di stampare a Ottobre 2024 da Ragusa Grafica Moderna

È vietata qualsiasi riproduzione, anche parziale, di quest'opera. Qualsiasi copia o riproduzione effettuata con qualsiasi procedimento (fotografia, microfilm, nastro magnetico, disco o altro) costituisce una contraffazione passibile delle pene previste dalla legge sulla tutela dei diritti d'autore. La protezione dei diritti d'autore si estende sia ai contenuti redazionali della pubblicazio-

ne sia alla grafica, alle illustrazioni e alle fotografie della stessa: ne è, pertanto, vietata la riproduzione totale o parziale senza il consenso del titolare dei diritti d'autore. La traduzione, l'adattamento totale o parziale, la riproduzione con qualsiasi mezzo (compresi i microfilm, i film, le fotocopie, etc.), nonché la memorizzazione elettronica, sono riservati per tutti i paesi.

Questo manuale è stato stampato con carta ecologica, sostenibile e senza cloro, ed è stato certificato secondo gli standard di FSC (Forest Stewardship Council).



NEFROLOGIA





NF

NEFROLOGIA

AUTORI

Direzione editoriale

MANCINI ANTONIO (93)

MAGGIORE MARIA ELENA (93)

MELE ALFONSO (94)

Autori

LEONARDI GIUSEPPE (66)

ARCIDIACONO MARIA GRAZIA (8)

PALLOTTA GIUSEPPE (16)

Relazione generale degli autori

- Abbenante Diego (84)
Airolo Carlo (52)
Andresciani Flavio (85)
Angellotti Giustina (8)
Arcidiacono Maria Grazia (8)
Baratto Luigi (88)
Barchi Alberto (22)
Barillà Giovanni (64)
Bellinelli Matteo (81)
Bertolotti Lorenzo (90)
Binello Nicolò (44)
Bonizzoni Matteo Aldo (27)
Brescia Benedetta (37)
Calleri Gaetano Silvio (10)
Capelli Cecilia (87)
Casella Raffaella (36)
Causio Francesco Andrea (62)
Celsa Ciro (61)
Ceraso Alessia (4)
Cerchione Claudio (50)
Ciancio Antonio (74)
Cicco Gerolamo (60)
Coco Celeste (59)
Coco Salvatore (53)
Coltorti Andrea (19)
Condello Francesco (46)
Conte Ennio (78)
Crapisi Angelo (14)
De Francesco Luca (33)
Del Bono Chiara (56)
Diana Alfredo (82)
Egidio Silvia (40)
Elhadidy Heba Safwat
Mhmoued Abdo (35)
Facco Matteo (7)
Faggian Guido (86)
Favretti Martina (70)
Ferrante Bannera Anna (75)
Filippello Giulia (58)
Filippi Nicola (67)
Filomia Simone (33)
Fioccola Antonio (28)
Fischetti Giuseppe (30)
Forlani Davide (1)
Germano Francesco (39)
Giampà Valentina (32)
Giorgino Riccardo (47)
Giotto Massimo (29)
Girardi Antonia (54)
Giurazza Roberto (2)
Grosso Antonio (71)
Iannicari Federico (18)
Intonti Chiara (21)
Lavorgna Mariarosaria (68)
Leonardi Giuseppe (66)
Macellaro Monica (23)
Maggiore Maria Elena (92)
Magneterra Elisabetta (34)
Malvaso Antonio (20)
Mancini Antonio (92)
Mancini Giuseppina (55)
Manti Rebecca (9)
Marchini Caterina (79)
Mariani Alessandro (57)
Marino Annalisa (69)
Martinelli Canio (3)
Meccia Donato Vito (91)
Mele Alfonso (93)
Messina Domenico (18)
Nasillo Vincenzo (13)
Nocilla Federica (38)
Novelli Fabio (42)
Orlandi Riccardo (77)
Pallotta Giuseppe (16)
Palmieri Valeria (8)
Pecoraro Alessio (71)
Pelaia Corrado (75)
Peracino Rita (31)
Petrone Paolo (5)
Pigoni Alessandro (24)
Pilla Laura (76)
Pinelli Matteo (80)
Rindone Andrea (73)
Risi Luca (45)
Romano Claudia (65)
Romozzi Marina (89)
Rotundo Fioramante Lello (75)
Santalucia Roberto (49)
Sarli Walter Maria (15)
Scalia Giovanni (75)
Scalia Lorenzo (17)
Scalvini Davide (83)
Sciancalepore Pasqua Irene (63)
Scrima Ottavio (43)
Stefanini Simone (11)
Stella Leonardo (52)
Tramontana Filippo (72)
Trapea Francesco Giuseppe (75)
Trovato Federica (26)
Vagelli Filippo (9)
Venuti Francesco (25)
Vergara Andrea (6)
Vitale Carolina (51)
Vitale Federica (48)
Vitucci Carmen Barbara (12)
Vodola Emanuele (41)
- (1) Alma Mater Studiorum Università di Bologna, CSM Borgo-Reno, Bologna. IT
(2) AO dei Colli - Ospedale Mondalì-Cotugno, Napoli - AOU "Luigi Vanvitelli", Napoli, Napoli. IT
(3) AOU Gaetano Martino, Messina. IT - Sbarro Health Research Organization Temple University, Philadelphia, PA. USA
(4) ARNAS Ospedali Civico Di Cristina Benfratelli, Palermo. IT
(5) ASL BA, Bari. IT
(6) ASL Napoli 3 Sud, P.O. Sant'Anna e SS Madonna della Neve, Boscorecase. IT
(7) Azienda Ospedale Università di Padova, Padova. IT
(8) Azienda Ospedaliera Universitaria Consorziale Policlinico di Bari, Bari. IT
(9) Azienda Ospedaliera Universitaria Pisana, Pisa. IT
(10) Azienda Ospedaliera Universitaria Policlinico "G. Martino", Messina. IT
(11) Azienda Ospedaliera Universitaria Careggi, Firenze. IT
(12) Azienda Ospedaliera Universitaria Consorziale Policlinico, Bari. IT
(13) Azienda Unità Sanitaria Locale di Modena, Modena. IT
(14) Azienda USL di Parma, Parma. IT
(15) Azienda USL Toscana Centro, Firenze. IT
(16) Campus Biomedico di Roma, Roma. IT
(17) Cardiologia Universitaria con UTIC, Ospedale Umberto I, Enna. IT
(18) Città della salute e della scienza di Torino, presidio CTO, Torino. IT
(19) Department of Biomedical and Dental Sciences and Morphofunctional Imaging, University of Messina, Messina. IT
(20) Department of Brain and Behavioral Sciences, IRCCS Fondazione "C. Mondino" - Istituto Neurologico Nazionale, Pavia. IT
(21) Department of Clinical, Internal Medicine, Anesthesiology and Cardiovascular Sciences, Sapienza Università di Roma, Roma. IT
(22) Department of Gastroenterology and Gastrointestinal Endoscopy, IRCCS San Raffaele Hospital, Milano. IT
(23) Department of Mental Health, Department of Biomedical and Clinical Sciences Luigi Sacco, Università di Milano, Milano. IT
(24) Department of Neurosciences and Mental Health, Fondazione IRCCS Ca' Granda, Ospedale Maggiore Policlinico, Milano. IT
(25) Department of Public Health and Policy, London
(26) Dermatology Clinic, Istituto Dermatologico dell'Immacolata (IDI)-IRCCS, Roma - Dermatology Unit, Department of Clinical Internal, Anesthesiology and Cardiovascular Science, Università La Sapienza, Roma. IT
(27) Dipartimento di Anestesia e Terapia Intensiva, IRCCS San Raffaele Scientific Institute, Milano. IT
(28) Dipartimento di Anestesia e Terapia Intensiva, Ospedale Universitario San Paolo, Milano. IT
(29) Dipartimento di Medicina di precisione e rigenerativa, Università degli studi di Bari Aldo Moro, Bari. IT
(30) Dipartimento di Medicina di Precisione ed Area Jonica, Policlinico Universitario, Bari. IT
(31) Dipartimento di Medicina Interna e Specialistica, IRCCS Ospedale San Raffaele, Milano. IT
(32) Dipartimento di Scienze Biomediche, Metaboliche e Neuroscienze, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Modena. IT
(33) Dipartimento di Scienze Cardiovascolari e Pneumologiche, Università Cattolica del Sacro Cuore, Roma. IT
(34) Dipartimento di Scienze della Salute, Sezione di Dermatologia, Università di Firenze, Firenze. IT
(35) Dipartimento di Scienze della Sanità Pubblica e Pediatriche, Università di Torino, Torino. IT
(36) Dipartimento per la valutazione Chimico-Tossicologica e Farmacologica dei farmaci, Università Cattolica Nostra Signora del Buon Consiglio, Tirana. AL
(37) Division of Cardiology, Department of Advanced Biomedical Sciences, Università Federico II di Napoli, Napoli. IT
(38) Divisione di Endocrinologia, diabetologia e malattie del metabolismo Azienda Ospedaliera Universitaria Integrata di Verona, Verona. IT
(39) E. O. Ospedali Galliera, Genova. IT
(40) Endocrinologia e Diabetologia Università Campus Bio-Medico di Roma, Roma. IT
(41) Endocrinologia e Malattie del Metabolismo Fondazione Policlinico universitario Agostino Gemelli IRCCS, Roma. IT
(42) Endocrinologia, Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Bari. IT
(43) Fondazione Policlinico Universitario "A. Gemelli" IRCCS - UCSC, Roma. IT
(44) High Impact Epidemics Unit, Health Emergencies Programme, World Health Organization, Geneva, CH. *Institutional affiliation is provided for identification purpose only and does not constitute institutional endorsement. Any views and opinions expressed are personal and belong solely to the individual and do not represent any people, institutions or organizations that the individual may be associated with in a personal or professional capacity unless explicitly stated.
(45) Humanitas Clinical and Research Center IRCCS Rozzano. IT
(46) IRCCS Multimedia, Sesto San Giovanni. IT
(47) IRCCS Ospedale Galeazzi, Sant' Ambrogio, Milano. IT
(48) IRCCS Policlinico Universitario A. Gemelli, Roma. IT
(49) Istituto Europeo di Oncologia, Milano. IT
(50) Istituto Romagnolo per lo Studio dei Tumori "Dino Amadori" - IRST IRCCS, Meldola. IT
(51) Medicina Interna Dipartimento di Scienze Mediche Policlinico Tor Vergata Roma, Roma. IT
(52) Medicina Interna e Gastroenterologia, Fondazione Policlinico Universitario Agostino Gemelli IRCCS Roma, Roma. IT
(53) Medico Specialista in Otorinolaringoiatria
(54) Ospedale Regionale "F. Miulli", Acquaviva delle Fonti. IT
(55) Università di Catania, Catania. IT
(56) Pediatria ASL Barletta-Andria-Trani. IT
(57) Policlinico "S. Orsola", Bologna. IT
(58) Policlinico Umberto I di Roma, Roma. IT
(59) Royal Victoria Infirmary, Newcastle upon Tyne. UK
(60) Scuola di Medicina - AOUC Policlinico di Bari, Bari. IT
(61) Scuola di Specializzazione in Ematologia e Trapianto, Dip. Medicina di Precisione e Rigenerativa, Università degli Studi Aldo Moro, Bari. IT
(62) Section of Gastroenterology and Hepatology PROMISE, Università di Palermo, Palermo. IT - Department of Surgery and Cancer, Faculty of Medicine, Imperial College London, Hammersmith Hospital, London. UK
(63) Sezione di Igiene generale e applicata, Dipartimento Universitario Scienze della Vita e Sanità Pubblica, Università Cattolica del Sacro Cuore, Roma. IT
(64) U.O. Fisiatria e Riabilitazione dei disturbi della Comunicazione, ASL Lecce, Lecce. IT
(65) U.O. Psichiatria Mantova 1 - SPDC "Ospedale Carlo Poma", Mantova. IT
(66) U.O.C. di Pneumologia e Unità di Semintensiva Respiratoria presidio ospedaliero di Ostuni, Ostuni. IT
(67) U.O.C. Nefrologia e Dialisi ASL Brindisi, Brindisi. IT
(68) U.O.D. Chirurgia del Ginocchio, Artroscopia e Traumatologia Sportiva ASL Viterbo, Viterbo. IT
(69) Unità di Endocrinologia, diabetologia e andrologia, dipartimento di medicina clinica e chirurgia, Università Federico II di Napoli, Napoli. IT
(70) Unità di Immunoreumatologia, Fondazione Policlinico Universitario Campus Bio-Medico, Roma. IT
(71) Unità di Reumatologia, Dipartimento di Scienze Cliniche Internistiche, Anestesiologiche e Cardiovascolari, Sapienza Università di Roma, Roma. IT
(72) Unità di Urologia Oncologica, mini-invasiva robotica ed andrologia Azienda Ospedaliera Universitaria Careggi, Firenze. IT
(73) Unità Operativa di Anestesia e Terapia Intensiva, Ospedale Buccheri La Ferla, Palermo. IT
(74) Unità Operativa di Reumatologia, Humanitas Research Hospital, Rozzano, Milano. IT
(75) Università degli Studi della Campania "L. Vanvitelli", Dipartimento di Medicina di Precisione, Unità di Reumatologia, Napoli. IT
(76) Università degli Studi di Catanzaro "Magna Graecia", Catanzaro. IT
(77) Università degli Studi di Firenze, Firenze. IT
(78) Università degli Studi di Milano, Milano. IT
(79) Università degli Studi di Napoli "Federico II", Napoli. IT - Centro di Medicina della Riproduzione Clinica Mediterranea, Napoli. IT
(80) Università degli Studi di Parma, Parma. IT
(81) Università degli Studi di Siena, Siena. IT
(82) Università degli Studi di Verona, Ospedale della Donna e del Bambino, AOU Verona UOC Ginecologia e Ostetricia, Verona. IT
(83) Università Federico II di Napoli, Napoli. IT
(84) University of Pavia, PhD in Experimental Medicine - Gastroenterology & Endoscopy Digestiva, Fondazione IRCCS Policlinico San Matteo, Pavia. IT
(85) UOC Dermatologia Ravenna - Lugo - Faenza, AUSL della Romagna, Ravenna. IT
(86) UOC Diagnostica per Immagini e Radiologia Interventistica, Ospedale S.M. Goretti, Latina. IT
(87) UOC Diagnostica per Immagini e Radioterapia, AOU "Federico II", Napoli. IT
(88) UOC Gastroenterologia ed Endoscopia Digestiva - IRCCS Policlinico Sant'Orsola - Alma Mater Studiorum Università di Bologna, Bologna. IT
(89) UOC Neurologia e Stroke Unit Università degli Studi di Napoli "Federico II", Napoli. IT
(90) UOC Neurologia, Fondazione Policlinico Universitario A. Gemelli IRCCS, Roma - Dipartimento Universitario di Neuroscienze, Università Cattolica del Sacro Cuore, Roma. IT
(91) UOC Radiologia Diagnostica e Interventistica Extravascolare, AOU Parma, Parma. IT
(92) UOC Radiologia Vascolare ed Interventistica, AOU "San Giovanni di Dio e Ruggi d'Aragona", Salerno. IT
(93) Department of Interdisciplinary Medicine (D.I.M.), Università di Bari Aldo Moro, Bari. IT
(94) Specialista Ambulatoriale ASM Matera, Matera. IT

IT=Italia / CH=Svizzera / AL=Albania / PA=Philadelphia, USA / UK=Regno Unito

CAPITOLO 1	INTRODUZIONE. RIPASSO DI ANATOMIA E FISIOLOGIA.....	9
1.1.	Funzioni del rene	9
1.2.	Altri concetti generali	9
1.3.	Struttura del nefrone	10
1.4.	Circolazione renale	14
CAPITOLO 2	ALTERAZIONI DELL'EQUILIBRIO ACIDO-BASE	16
CAPITOLO 3	EQUILIBRIO IDROSALINO	18
CAPITOLO 4	GLOMERULONEFRITI.....	24
4.1.	Quadri clinici glomerulonefriti	24
4.1.1.	Sindrome nefrosica	24
4.1.2.	Sindrome nefritica	26
4.2.	Indicazioni alla biopsia renale.....	26
4.3.	Quadri istologici glomerulonefriti.....	27
4.4.	Classificazione delle glomerulonefriti.....	27
4.5.	Glomerulonefrite rapidamente progressiva (GMNRP), extracapillare o a semilune	27
4.6.	GMN acuta post-infettiva, proliferativa endocapillare o essudativa	29
4.6.1.	La GMN post-infettiva	29
4.7.	Glomerulonefrite a lesioni minime (<i>minimal change disease</i>).....	29
4.8.	GMN membranosa	31
4.9.	Glomerulosclerosi focale e segmentale (GSFS)	32
4.10.	GMN membranoproliferativa (GMNMP) o mesangiocapillare	33
4.11.	GMN a depositi mesangiali di IgA o IgA-nephropaty (IgAN) o malattia di Berger.....	34
CAPITOLO 5	GLOMERULOPATIE SECONDARIE	37
5.1.	Vasculiti con coinvolgimento renale	37
5.2.	Crioglobulinemia mista essenziale	37
5.3.	Artrite reumatoide	37
5.4.	Nefropatia lupica.....	37
5.5.	Nefropatia diabetica	38
5.6.	Mieloma multiplo e altre gammopatie monoclonali.....	39
5.7.	Sindrome di Alport	40
5.8.	Nefropatia amiloidea	40
CAPITOLO 6	INSUFFICIENZA RENALE ACUTA	41
6.1.	Insufficienza renale acuta pre-renale	41
6.2.	Insufficienza renale acuta parenchimale	42
6.3.	Insufficienza renale acuta ostruttiva o post-renale	42
6.4.	Iter diagnostico	43
6.5.	Trattamento	44
CAPITOLO 7	MALATTIA RENALE CRONICA ED INSUFFICIENZA RENALE CRONICA	46
7.1.	Apparati e sistemi interessati	47
7.2.	Terapia medica	49
7.3.	Trattamento emodialitico	50
CAPITOLO 8	TUBULOPATIE EREDITARIE	52
8.1.	Nefropatie cistiche	52
8.2.	Acidosi tubulari renali	53
8.3.	Sindrome di Bartter.....	55
8.4.	Sindrome di Gitelman	57
8.5.	Sindrome di Liddle (pseudoiperaldosteronismo)	57
8.6.	Diabete insipido nefrogenico.....	58
8.7.	Sindrome di Fanconi.....	58
8.8.	Glicosuria renale.....	58
CAPITOLO 9	MICROANGIOPATIA TROMBOTICA: SINDROME EMOLITICO-UREMICA E PORPORA TROMBOTICA TROMBOCITOPENICA	59
CAPITOLO 10	NEFROPATIE TUBULOINTERSTIZIALI.....	62
10.1.	Necrosi tubulare acuta	62
10.2.	Nefropatie tubulointerstiziali acute	62
10.2.1	Nefriti tubulointerstiziali immunoallergiche	63
10.2.2	Nefriti tubulointerstiziali non immunoallergiche	63
10.3.	Nefropatia tubulointerstiziale cronica	63
10.4.	Diagnosi differenziale tra nefropatia glomerulare e nefropatia tubulointerstiziale	65

CAPITOLO 11	MALATTIE VASCOLARI RENALI	66
11.1.	Stenosi dell'arteria renale.....	66
11.2.	Tromboembolia dell'arteria renale	66
11.3.	Malattia aterosclerotica o embolia da colesterolo	66
11.4.	Nefroangiosclerosi	66
11.5.	Trombosi venosa renale.....	67
CAPITOLO 12	IPERTENSIONE ARTERIOSA (IA) SECONDARIA A NEFROPATIA.....	68
CAPITOLO 13	TRAPIANTO RENALE	69
VALORI NORMALI IN NEFROLOGIA		73
BIBLIOGRAFIA		74
INDICE DEGLI ACRONIMI		75

**NF****NEFROLOGIA****Curiosità**

L'urinoterapia è la "pseudoscienza" circa l'uso di urina per il trattamento di malattie o con scopi cosmetici. Nell'antichità era utilizzata da molte culture. In India, i Sanscriti scrissero 5.000 anni fa la Damar Tantra, contenente 107 versi in cui si esaltano le virtù mediche dell'urina. In Cina, l'urina dei bambini era considerata un medicinale. Anche in Francia e Spagna durante l'Impero Romano è stata utilizzata come dentifricio e sbiancante dei denti, diventando oggetto di derisione da parte dei governanti romani, tanto che il poeta Gaio Valerio Catullo criticò con i seguenti versi il gallico Gello Egnazio: "In terra Celtibera quello che uno piscia, la mattina dopo lo utilizza per strofinare a sangue denti e gengive, così quanto più questi vostri denti son puliti, tanto più si palesa il piscio che ti sei bevuto".

CAPITOLO 1 INTRODUZIONE. RIPASSO DI ANATOMIA E FISILOGIA

1.1. Funzioni del rene

Le funzioni del rene sono volte a mantenere l'omeostasi dell'organismo, in termini di composizione e volume dei fluidi corporei mediante:

1. **Filtrazione glomerulare**
2. **Riassorbimento e secrezione tubulare di soluti e acqua**

Il rene ha anche delle funzioni **endocrine**:

- **"attivazione" della vitamina D**: idrossilazione della 25-OH-vitamina D, in 1,25-OH-vitamina D₃ (calcitriolo) (**SSM16, S, 6; SSM19, G, 94**)
- **produzione di eritropoietina (EPO)**, ad opera di fibroblasti della midollare renale in risposta a stimoli ischemici
- **sintesi di prostaglandine**, a livello della midollare renale, con effetto vasodilatatore locale
- **sintesi della renina**, a livello dell'apparato iuxtaglomerulare. (**SSM16, G, 8**)

È importante ricordare che il rene è responsabile dell'eliminazione di numerosi farmaci e di alcune molecole ormonali, tra cui l'insulina (in caso di insufficienza renale acuta il fabbisogno abituale di insulina di un paziente diabetico può ridursi anche di molto).

(Si studia nel manuale di Endocrinologia)

1.2. Altri concetti generali

Clearance di una sostanza

Si definisce clearance renale di una sostanza il volume di plasma depurato da tale molecola nell'unità di tempo. Se una sostanza viene liberamente filtrata dai glomeruli e non viene riassorbita o secreta dal tubulo (es: creatinina, inulina, ioesolo), allora la sua clearance è uguale alla VFG, ed è quindi indice del volume di plasma filtrato nell'unità di tempo. Per la stima della VFG nella routine clinica si utilizza la clearance della creatinina (CICr), una sostanza endogena sottoposta solo ad una minima secrezione tubulare. La CICr si misura moltiplicando la concentrazione di creatinina urinaria (mg/dL) per la diuresi (mL/min) e dividendo il tutto per la concentrazione della creatinina plasmatica (mg/dL) (**SSM16, G, 45**). Il valore normale è di circa 120 mL/min. La creatinina plasmatica (i cui livelli normali sono di solito compresi tra 0,7 e 1,1 mg/dL) non è, se considerata da sola, un buon indicatore del filtrato glomerulare, dal momento che essendo un metabolita muscolare, non dipende solo dalla funzionalità renale, ma anche dalla costituzione fisica del soggetto.

$$\text{CICr (mL/min)} = \frac{\text{Concentrazione di CrU} \times \text{diuresi (mL/min)}}{\text{Concentrazione di CrP}}$$

Esistono due modi per valutare la VFG:

- La clearance **MISURATA** della creatinina, per la quale è necessaria la raccolta dell'urina delle 24 ore.
- La clearance **CALCOLATA** mediante l'utilizzo di formule matematiche basate sul valore di creatinina plasmatica e altri parametri indicativi della costituzione fisica del soggetto. Tra queste ricordiamo la formula di Cockcroft-Gault (oltre alla creatinemia sono richiesti età, sesso e peso corporeo), la MDRD e la CKD-EPI; per queste ultime due formule, a differenza della Cockcroft-Gault, non è richiesto il peso corporeo, ma oltre ad età e sesso viene considerata l'etnia dell'individuo.

L'acido para-aminoippurico (PAI) viene filtrato dai glomeruli e, per la rimanente parte, secreto dal tubulo. Dal momento che tutto il flusso plasmatico renale è depurato dal PAI, la clearance del PAI è un buon indicatore del flusso plasmatico renale.

La **Cistatina C** (valori normali 0.6 - 0.9 mg/dL) è un altro marker attendibile della funzionalità renale. Si tratta di una proteina a basso peso molecolare presente in tutte le cellule nucleate, filtrata dai glomeruli renali e completamente riassorbita a livello del tubulo prossimale.

La sua concentrazione urinaria in condizioni normali è pressoché nulla ed il suo dosaggio endogeno è particolarmente attendibile (dove eseguibile).

Frazione escreta del sodio

La percentuale di un soluto filtrato che viene escreta nelle urine è definita come frazione escreta (FE). Nella pratica clinica, la più importante è la FE del sodio (FENa), calcolata sulla base della VFG (calcolato mediante la CICr). La FENa permette di distinguere un'insufficienza renale acuta pre-renale, nella quale il rene percepisce un'ipovolemia efficace e cerca quindi di riassorbire più sodio e acqua possibili (FENa <1%) rispetto ad altre forme di insufficienza renale acuta.

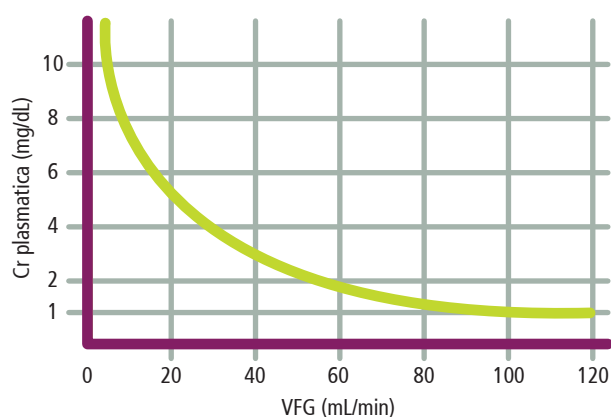


Figura 1.1: Andamento dei valori di creatinina plasmatica in relazione al filtrato glomerulare.

$$FE\ Na\ (\%) = \frac{ClNa}{ClCr} \times 100 = \frac{\frac{NaU \times VolU}{NaP}}{\frac{CrU \times VolU}{CrP}} \times 100 = \frac{NaU \times CrP}{NaP \times CrU} \times 100$$

La concentrazione plasmatica della cistatina C umana è stata proposta come marker endogeno di filtrazione glomerulare, ma pochi laboratori sono in grado di eseguirne il dosaggio.

Proteinuria

La proteinuria fisiologica è pari a circa 150 mg/24h ed è costituita principalmente dalla proteina di Tamm-Horsfall ("uro-modulina", prodotta a livello tubulare) e, in minima parte, da albumina. Possiamo distinguere la proteinuria patologica (>150 mg/24h) in base a criteri qualitativi o quantitativi. Dal punto di vista qualitativo, riconosciamo:

- una proteinuria di origine glomerulare, caratteristica delle glomerulopatie, in cui predomina l'albumina; questo tipo di proteinuria può essere ulteriormente suddivisa in selettiva (perdita esclusiva di albumina) e non-selettiva (perdita di albumina e proteine ad alto peso molecolare, come le immunoglobuline)
- proteinuria di origine tubulare, in cui predominano altre proteine di basso peso molecolare (N-Acetil-Cisteina, β_2 -microglobulina, lisozima). Un particolare tipo di proteinuria è la cosiddetta "proteinuria di Bence-Jones", rappresentata da una perdita di catene leggere monoclonali in quantità superiori alle capacità riassorbitive del tubulo in pazienti affetti da mieloma multiplo.

In termini quantitativi si parla di proteinuria in range nefrosico quando la proteinuria è superiore a 3,5 g/24h. Nella valutazione precoce di danno glomerulare, infine, viene definita "microalbuminuria" una perdita urinaria di albumina compresa tra 30 e 300 mg/24h. Esiste una proteinuria funzionale, non patologica, seppur superiore ai 150 mg/24h, che si verifica in alcune condizioni particolari (es: stato febbrile, esercizio fisico), specie se l'ortostatismo è prolungato. È solitamente inferiore a 1 g/24h e scompare una volta risoltosi l'evento causale.

La distinzione tra la proteinuria di origine tubulare e glomerulare è basata sulla quantità e sulla qualità delle proteine escrete nelle urine. Quando le proteine predominanti in urina hanno un peso molecolare superiore a 40.000 Da sono considerate un indicatore precoce di danno glomerulare. Le proteine a basso peso molecolare, invece, sono predominanti in una proteinuria tubulare, dal momento che, viste le loro piccole dimensioni, vengono filtrate a livello glomerulare e, in condizioni normali, riassorbite nel tubulo renale. Un altro indicatore del danno tubulare è rappresentato dalla β_2 -microglobulina nelle urine.

Ematuria

L'ematuria è definita come la presenza di eritrociti nelle urine. Distinguiamo un'ematuria macroscopica, o macroematuria, in cui il sangue è visibile ad occhio nudo, ed un'ematuria microscopica, o microematuria. In questo caso gli eritrociti sono visibili esclusivamente all'esame microscopico del sedimento urinario (microematuria se sono presenti più di 5 emazie/campo microscopico ad un ingrandimento di 40x) o mediante analisi con dipstick reattivo. La litiasi è la causa più frequente di ematuria. Altre cause possono essere rappresentate da neoplasie (renali e vescicali) e dalle infezioni (es: cistite). (**SSM20, G, 90**)

Nei bambini la presenza di ematuria deve essere oggettivata in due campioni diversi, vista l'elevata prevalenza di ematuria nella popolazione pediatrica, pari a circa il 4%.

Generalmente, l'ematuria macroscopica è associata a una patologia urologica, meritevole in prima istanza di un esame colturale delle urine e di un'ecografia dell'addome (indagini di secondo livello sono rappresentate dalla citologia urinaria, dalla TC dell'addome con mdc e dalla cistoscopia). Per riconoscere l'o-



Figura 1.2: Ematuria.

rigine glomerulare di un'ematuria, invece, deve essere analizzato il sedimento urinario, il cui esame microscopico mostrerà emazie dismorfiche (acantociti), con alterazioni della membrana, che appare grinzosa per lo stress osmotico determinato dal passaggio nei tubuli che attraversano la midollare ipertonica, e la presenza di cilindri ematici.

Azotemia

Il termine azotemia indica la concentrazione plasmatica dell'azoto totale che risulta essere costituito per circa la metà dall'azoto ureico (detto anche BUN) per il resto da acido urico, creatinina, creatina, aminoacidi, cioè **azoto proteico**.

L'urea è prodotta a livello del fegato dalla trasformazione di un prodotto di degradazione degli aminoacidi molto tossico per l'organismo, lo ione ammonio.

VALORI NORMALI (DIPENDE DAL LABORATORIO)

Azotemia: 15-50 mg/dl
BUN: 10-25 mg/dl.

Ricorda...

Il BUN è la metà dell'azotemia totale

1.3. Struttura del nefrone

I reni sono due organi retroperitoneali ognuno dei quali misura tra i 10 e i 12 cm e pesa all'incirca 150 gr. Il parenchima

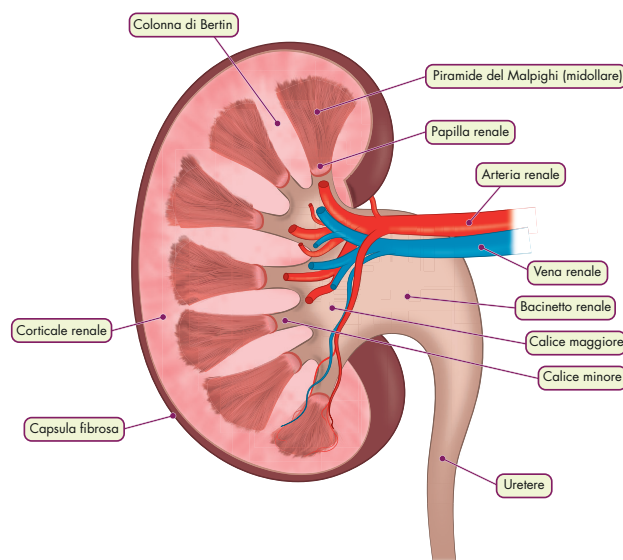


Figura 1.3: Il rene.