



RENE E VIE URINARIE

ANATOMIA ECOGRAFICA NORMALE

EMBRIOGENESI DEL RENE E DELL'APPARATO UROGENITALE

ANATOMIA SISTEMATICA

Rene
Pelvi ed uretere
Vescica
Prostata, vescicole seminali

ANATOMIA TOPOGRAFICA NORMALE

REGIONI ANATOMICHE ADDOME E PIANI DI RIFERIMENTO

TECNICA DI ESAME E FINESTRE ANATOMICHE

Approccio addominale
Approccio dorsale
Approccio laterale

STRUTTURA ECOGRAFICA NORMALE

PARENCHIMA RENALE

Corticale
Midollare

SENO RENALE E SISTEMA COLLETTORE

Seno renale

VIE URINARIE E PROSTATA

Uretere, vescica
Prostata

MORFOMETRIA E MISURAZIONI

Proiezione asse longitudinale del rene
Misurazioni renali
Normogramma di crescita
Monorene o rene vicario
Vescica
Prostata e vescicole seminali

VARIANTI ANATOMICHE DEL RENE

VARIANTI PARENCHIMALI

Ipertrofia colonnare di Bertin
Lobature fetali
Rene a dromedario (bozzatura splenica)
Ipertrofia segmentaria nodulare
Difetto giunzionale parenchimale

VARIANTI DELLA PELVI E DEL SISTEMA COLLETTORE

Calici complessi
Impronte vascolari pelvicaliceali
Pelvi extrarenale

MOTILITÀ ANOMALA DEL RENE (PTOSI RENALE)

ANATOMIA VASCOLARE DEL RENE

CIRCOLO ARTERIOSO

CIRCOLO VENOSO

TECNICA DI ESAME

ANOMALIE CONGENITE DEL RENE

AGENESIA RENALE ED IPOPLASIA

ECTOPIA RENALE ED ANOMALIE DI FUSIONE

Ectopia renale crociata
Rene a ferro di cavallo

ANOMALIE DI ROTAZIONE

ANOMALIE DEI CALICI RENALI

ANOMALIE CONGENITE DELLA PELVI RENALE E DELL'URETERE

Stenosi del giunto pieloureterale
Megauretere
Uretere circumcavale
Duplicazione pellica
Ureterocele
Inserzione ectopica dell'uretere

Embriogenesi del rene e apparato urinario

Nell'uomo il rene e l'apparato urinario si sviluppano in tre stadi embrionari diversi: il *pronefro*, il *mesonefro* ed il *metanefro*. Questi abbozzi embrionari originano da una cresta longitudinale della cavità celomatica detta *cordone nefrogeno*. Questo è disposto lateralmente al mesoderma paraassiale dei somiti ed è costituito da cellule del mesoderma intermedio⁽¹⁾ (Fig. 1).

Il *pronefro* è situato fra il 7° ed il 14° segmento me-

sodermico ed è l'abbozzo embrionale più craniale ed ancestrale del cordone nefrogeno. Alla sua formazione concorrono 7 paia di tubuli che ad un'estremità, il *nefrostroma*, raccolgono il filtrato da un gomitollo di capillari che sono il primo abbozzo del glomerulo e dall'altra si gettano nel *condotto del pronefro* che sbocca nella cloaca. Il pronefro regredisce entro la terza settimana di vita embrionale, quando inizia a configurarsi morfologicamente il mesonefro⁽¹⁾ (Fig. 2).

Il *mesonefro* o *corpo di Wolff* si configura entro la quarta settimana di vita embrionale fra il 13° ed il 26°

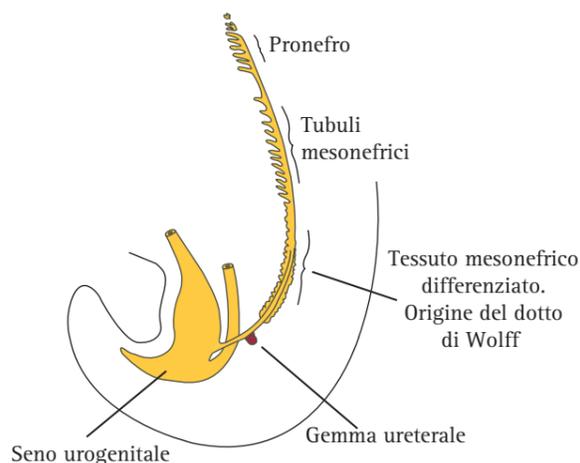


Fig. 1. SVILUPPO DELL'APPARATO URINARIO ALLA 4ª SETTIMANA DI GESTAZIONE. Alla 4ª settimana di vita embrionale il pronefro è quasi completamente scomparso, mentre iniziano a svilupparsi i tubuli del mesonefro lungo il dotto mesonefrico. In questo stadio dello sviluppo si possono già intravedere gli abbozzi delle gemme ureterali che originano il dotto mesonefrico.

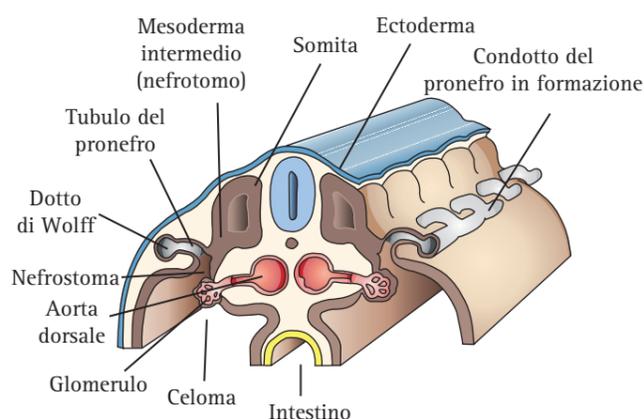


Fig. 2. SVILUPPO DELL'APPARATO URINARIO ALLA 4ª SETTIMANA DI GESTAZIONE. Sezione trasversa dell'embrione attraverso il pronefro. Vengono rappresentati i rapporti con la notocorda, la cavità celomatica, l'intestino primitivo e l'aorta dorsale. Nella struttura del cordone nefrogeno alcuni nefrostomi confluiscono nel condotto del pronefro.

segmento mesodermico. Origina dal cordone nefrogeno e si compone di circa 30 tubuli conformati a "S" (Fig. 3). Questi ad un'estremità si tuffano in un ciuffo di capillari glomerulari o corpuscolo del mesonefro, dall'altra si svuotano nel canale del pronefro divenuto il dotto di Wolff. Le arteriole afferenti del corpuscolo mesonefrico originano da ramuscoli dell'aorta, mentre le efferenti terminano in un plesso venoso peritubulare tributario delle vene posteriori subcardiali (vena porta renale). La linea dei tubuli del mesonefro sporge bilateralmente nella cavità celomatica costituendo la cresta urogenitale che di seguito si suddivide in una cresta laterale o mesonefrica ed in una cresta mediale o genitale (Fig. 3). Nell'evoluzione del mesonefro i tubuli più craniali vanno in degenerazione e so-

no progressivamente sostituiti dai tubuli più caudali. Il mesonefro scompare entro il termine del quarto mese di vita intrauterina (Fig. 4, 5). Nel sesso maschile il dotto di Wolff si trasforma nel dotto deferente, mentre i tubuli mesonefrici più craniali danno origine ai tubuli dell'epididimo. Nel sesso femminile il mesonefro ed il dotto di Wolff vanno incontro a regressione completa⁽¹⁾.

Il metanefro o rene definitivo deriva per la parte escrettrice (uretere, pelvi e tubuli collettori) dalla gemma

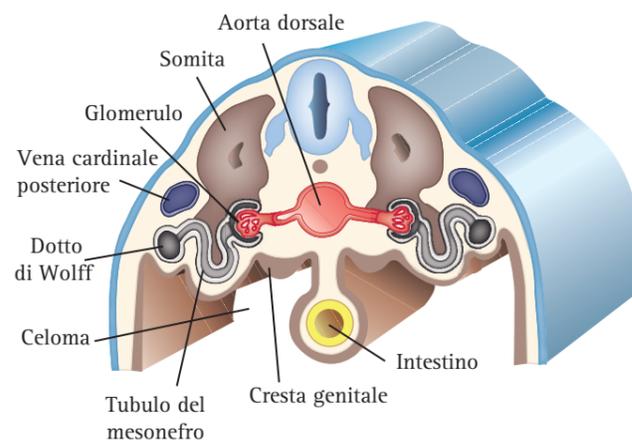


Fig. 3. SVILUPPO DELL'APPARATO URINARIO IN EMBRIONE DI 6 SETTIMANE. Sezione trasversa dell'embrione attraverso il mesonefro. Vengono rappresentati i rapporti con la notocorda, la cavità celomatica, l'intestino primitivo e l'aorta dorsale. Nella struttura del cordone nefrogeno compaiono i corpuscoli del mesonefro (glomeruli primitivi) ed il dotto di Wolff.

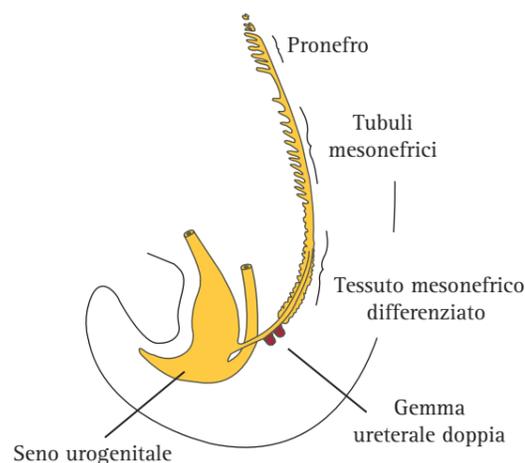
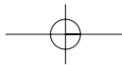


Fig. 4. DOPPIA GEMMA URETERALE IN EMBRIONE ALLA 4ª SETTIMANA DI GESTAZIONE. Le anomalie ureterali rappresentano il 30% di tutte le malformazioni congenite dell'apparato urinario. La duplicazione completa o incompleta dell'uretere può derivare o da una ramificazione precoce della gemma ureterale prima che essa abbia raggiunto il blastema metanefrico o dalla comparsa di una doppia gemma ureterale. La figura rappresenta le condizioni di sviluppo del mesonefro in un periodo gestazionale poco più avanzato della 4ª settimana con presenza di due gemme ureterali.



Rene e vie urinarie. Anatomia ecografica normale

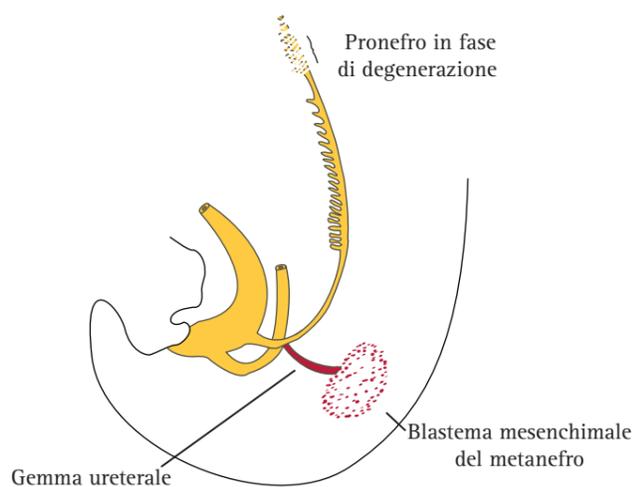


Fig. 5. SVILUPPO DELL'APPARATO URINARIO IN EMBRIONE DI 6 SETTIMANE. Il pronefro è in via di regressione e la gemma ureterale si è riunita con il mesoderma che darà origine alla corda nefrogenica. Il dotto mesonefrico si porta caudalmente per essere riassorbito nell'area vescico-ureterale.

ureterale e per la parte emuntoria dal *blastema metanefrogeno del mesoderma*. Al termine della quarta settimana di vita intrauterina, un'evaginazione del tratto più caudale del dotto di Wolff, la *gemma ureterale*, si fa strada nella regione caudale del mesoderma intermedio e si unisce al mesenchima metanefrico che lo circonda come un cappuccio. Questo evento segna l'inizio dello sviluppo del rene definitivo e permanente. La congiunzione della gemma ureterale con il mesenchima metanefrico innesca una complessa serie di eventi e di interazioni fra fattori di crescita, processi di ramificazione e riassorbimento della gemma ureterale e porta alla formazione definitiva della pelvi renale, dei calici maggiori e minori, dei tubuli collettori, dell'uretere e del trigono vescicale. Dal blastema metanefrico, viceversa, come un'onda di morfogenesi radiale e centrifuga, la ramificazione della gemma ureterale e la tubulogenesi, sommandosi alla differenziazione del mesenchima, porta alla formazione della corticale renale. L'interazione fra gemma ureterale e blastema metanefrico induce la trasformazione delle cellule mesenchimali in cellule epiteliali (**Fig. 6**). Dopo il contatto con la gemma ureterale, le cellule epiteliali del mesonefro si condensano a formare una piccola vescicola, la *vescicola renale*, che dapprima si allunga, poi si ripiega formando una virgola ed infine una "S" italiana. Il braccio a ridosso della gemma si fonde con questa e forma il tubulo distale, mentre il braccio lontano si ripiega su sé stesso dando origine alla capsula del Bowman ed ai podociti glomerulari. La porzione centrale della vescicola invece forma il tubulo prossimale e l'ansa di Henle. Nel frattempo, la gemma ureterale va incontro ad allungamento e ad in-

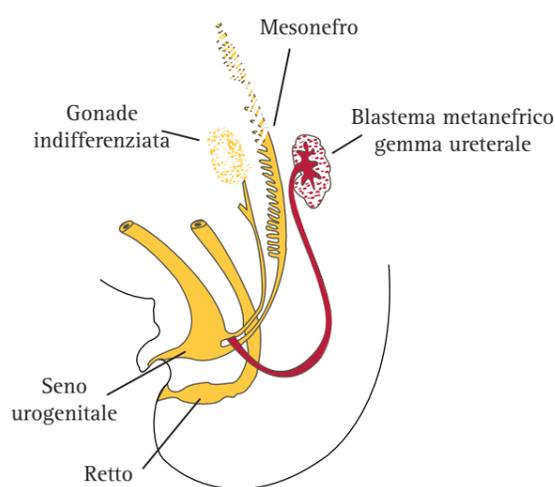
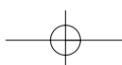


Fig. 6. SVILUPPO DELL'APPARATO URINARIO IN EMBRIONE DI 8 SETTIMANE. In ottava settimana di gestazione la cloaca si è già suddivisa ed ha dato origine al retto ed al seno uro-genitale. L'uretere nel frattempo con l'allungamento dell'embrione è risalito cranialmente con il blastema metanefrico a ridosso degli abbozzi delle gonadi indifferenziate. In questa fase, una malrotazione del seno renale e dei calici è assolutamente frequente.

numerevoli ramificazioni dicotomiche che porteranno alla formazione del sistema collettore. Mentre si realizzano i processi embrionali descritti, con la crescita e l'allungamento dell'embrione i reni metanefrici allocati nella pelvi risalgono verso la parte alta del retroperitoneo, raggiungendo la loro posizione definitiva durante la nona settimana di gestazione (**Fig. 7**). Durante la risalita, il rene subisce un'anterotazione sul piano assiale o trasversale per cui la pelvi ruota di circa 90° in senso antero-mediale. A mano a mano che risalgono nella parte alta del retroperitoneo, i reni derivano la vascolarizzazione dai vasi adiacenti; nell'adulto le arterie renali originano invece dall'aorta addominale⁽¹⁾.

L'apparato urinario basso prende invece origine dalla cloaca di derivazione ectodermica. Durante la settima settimana di gestazione il *setto urogenitale*, fondendosi con la membrana della cloaca, divide la cavità in una *sacca dorsale* destinata a formare il retto ed in una *sacca ventrale* o *seno urogenitale* destinata a formare la vescica. In alto ed anteriormente, il seno-urogenitale si continua con l'allantoide che nell'adulto si trasforma in un cordone fibroso, l'*uraco* o legamento ombelicale mediano. Nella parte più bassa e posteriore, invece, il seno urogenitale riceve gli sbocchi dei due dotti di Wolff circondati da tessuto metanefrico che dà origine al *trigono vescicale*. Gli ureteri che derivano dalla gemma ureterale si aprono separatamente ai lati del trigono. Nella parte inferiore rispetto agli sbocchi dei dotti di Wolff, il *seno urogenitale* darà origine all'uretra ed ai genitali esterni⁽¹⁾.



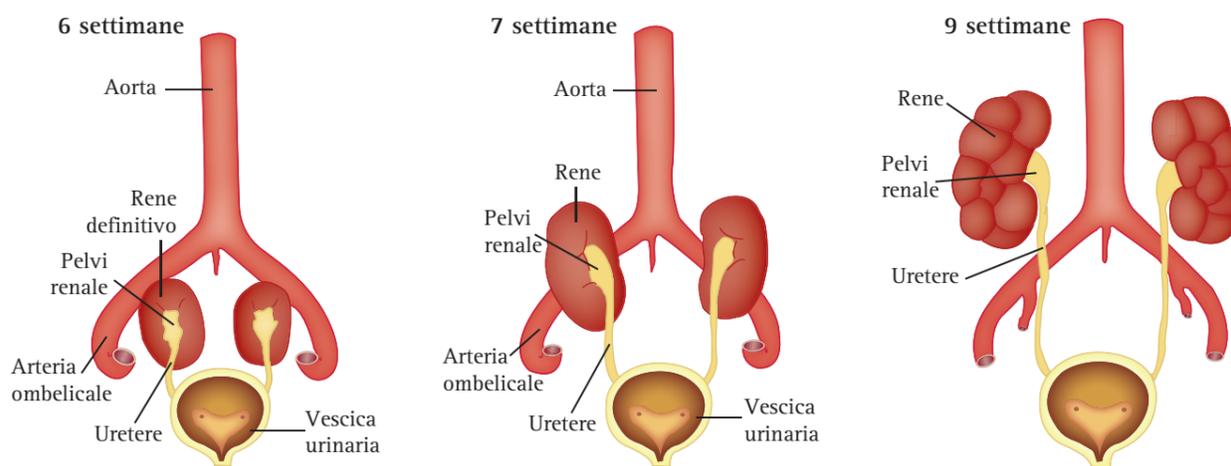


Fig. 7. ASCESA DEL RENE. La sequenza mostra le modificazioni di posizione del rene nel corso della vita embrionale e l'ascesa verso la parte alta del retroperitoneo.

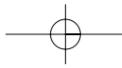
Il **tubercolo genitale** si forma da due abbozzi di tessuto posti ai lati del seno urogenitale e destinati a fondersi sulla linea mediana: da esso derivano lo **scroto** ed il **pene** nel maschio, le **grandi labbra** ed il **clitoride** nella donna. Lo sviluppo embrionario del tubercolo genitale va di pari passo con quello del seno urogenitale⁽¹⁾.

La **prostata** origina da un abbozzo di tessuto del seno urogenitale che circonda lo sbocco dei dotti di Wolff. Verso la fine della 11^a settimana di vita embrionale, da questo tessuto si formano gruppi di tubuli che si organizzano progressivamente nelle zone funzionali della prostata definitiva, ossia la zona periferica o mantellare, la zona anteriore, la zona di transizione e la zona centrale⁽¹⁾.

Le **gonadi** indifferenziate si sviluppano dalle creste genitili situate medialmente al cordone del mesonefro (Fig. 6). Nel maschio il **canale di Wolff** forma il **dotto deferente**, l'**epididimo**, le **vescicole seminali**, i **dotti eiaculatori**, l'**uretra posteriore** ed una **parte del veru montanum**, mentre nella donna le strutture mesonefriche permangono in gran parte come elementi rudimentali (*epoophoron*, *paroophoron*, *canali di Gartner*). Le vie genitili femminili si formano dal mesotelio celomatico posto a ridosso del dotto di Wolff, ai lati del canale mesonefrico. Questi forma un canale, il **dotto di Müller**, che è destinato a formare le **tube del Falloppio**, l'**utero** e la **vagina**. Nel maschio, il dotto di Müller dà origine all'otricolo prostatico. I residui del canale di Wolff nella donna sono talvolta responsabili di cisti malformative⁽¹⁾.

Anatomia sistematica

Rene. Il rene è un organo pari retroperitoneale di colorito brunastro a forma di fagiolo, alloggiato nella fossa lombare su un piano posteriore rispetto ai corpi vertebrali del rachide dorso-lombare e dei vasi del retroperitoneo mediano (Fig. 8). *Posteriormente*, il rene è adagiato sul pilastro mediale (lombo-costale) del diaframma, sul quadrato dei lombi, sul muscolo psoas e sull'aponevrosi dei muscoli della parete laterale dell'addome (muscoli obliquo interno, esterno e muscolo trasverso). In proiezione contrae rapporti con il recesso costo-diaframmatico della pleura e la XI e XII costa a sinistra e la XII costa a destra. Il rene destro è quindi più basso del sinistro di circa 2 cm a causa dei rapporti che contrae con il fegato (Fig. 9a, b). *Supero-medialmente* il polo renale è in rapporto con la ghiandola surrenalica che, sul piano frontale, a destra ha una posizione chiaramente retrocavale, mentre a sinistra si dispone su un piano più anteriore a ridosso dell'aorta (Fig. 10). *Anteriormente a destra*, il polo superiore contrae rapporto con l'area libera del fegato ed il VII segmento epatico rivestito dal peritoneo. Dalla superficie del VII segmento epatico, il peritoneo si riflette sulla loggia renale delimitando un recesso noto come **recesso del Morrison**. La regione mesorenale (regione ilare) ed il polo inferiore destro prendono rispettivamente rapporto con la "C" duodenale, con la flessura destra del colon ed una piccola parte delle anse del tenue (polo inferiore). *Anteriormente a sinistra*, il polo superiore è in rapporto con la milza, con lo stomaco (per interposizione della retrocavità degli epiploon) e con la co-



Rene e vie urinarie. Anatomia ecografica normale

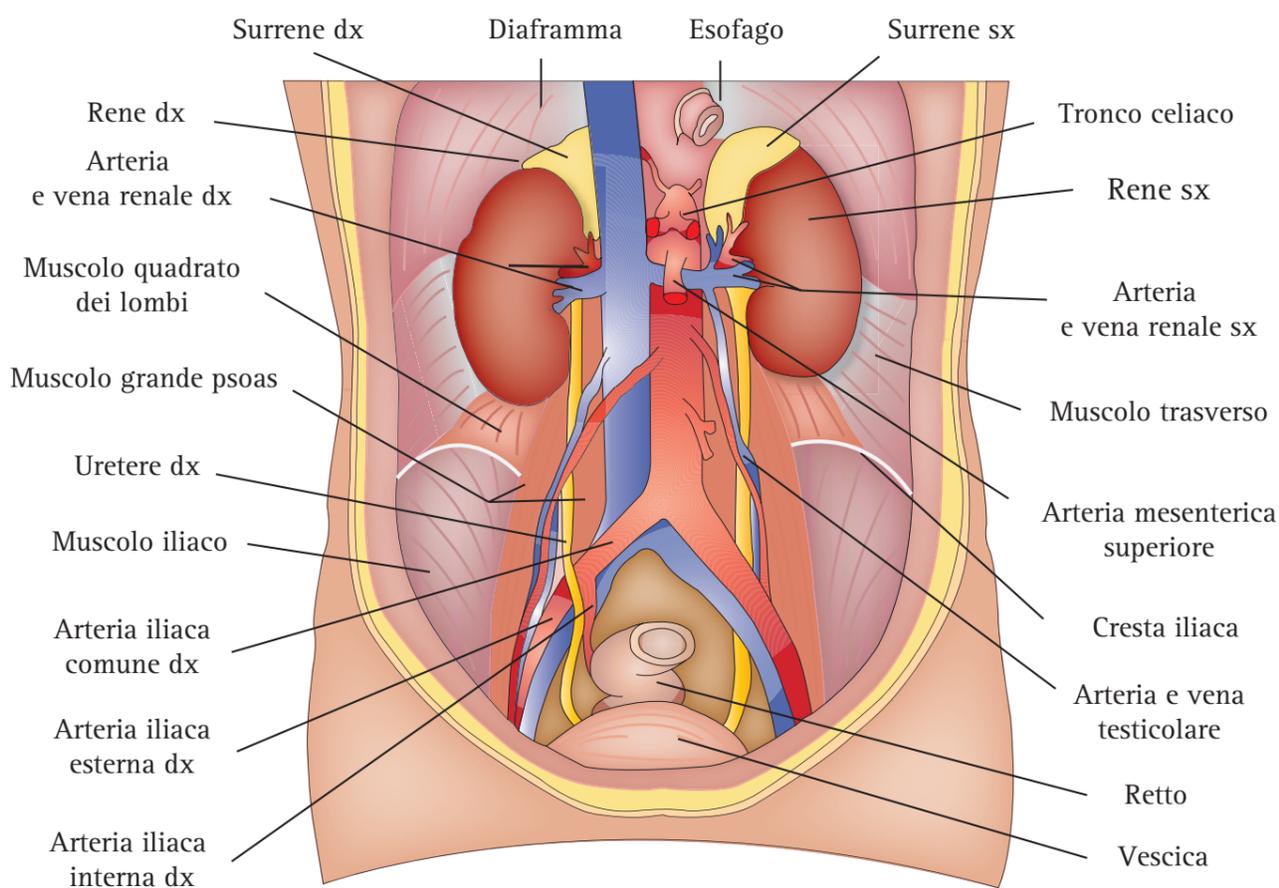


Fig. 8. ANATOMIA TOPOGRAFICA DEL RENE NORMALE. Il rene è un organo retroperitoneale, alloggiato ai lati della colonna dorsolombare, nella fossa lombare. Sul piano frontale i reni sono situati su un piano posteriore rispetto ai corpi vertebrali e ai vasi del retroperitoneo mediano.

da del pancreas che in alcuni soggetti raggiunge la regione ilare del rene. Anche a sinistra, il profilo anteriore del mesorene e del polo inferiore è in rapporto con il colon discendente e con le anse digiunali dell'intestino tenue^(2,3) (Fig. 11).

Nella loggia lombare, il rene è circondato e protetto da un cuscinetto più o meno abbondante di grasso bruno, la **capsula adiposa del Gerota**. Questo cuscinetto di grasso è contenuto in uno spazio retroperitoneale, detto **spazio perirenale**, chiuso secondo alcuni ed aperto secondo altri. Questo spazio è delimitato anteriormente e posteriormente da una fascia fibrosa, la **fascia perirenale**, costituita da un foglietto anteriore (*fascia del Gerota*) e da un foglietto posteriore (*fascia di Zuckerkanndl*) (Fig. 12). La fascia perirenale è connessa alla capsula propria del rene da travate fibrose dense che suddividono il grasso capsulare a "celle di alveare". Questa particolarità anatomica tende ad autolimitare le raccolte perirenali di origine traumatica o iatrogena. La fascia perirenale è a sua volta circondata dal grasso contenuto

nello **spazio pararenale** (Fig. 13), uno spazio aperto in continuità con la loggia pancreatico ed il cellulare fibroadiposo lasso della doccia parieto-colica destra e sinistra e dello scavo pelvico. Eventuali rotture traumatiche del rene o della pelvi, associate a lacerazione della fascia perirenale, causano inondazione dello spazio pararenale ed hanno una prognosi molto severa. Gli spazi e le fasce peri/pararenale sono mal riconoscibili con l'ecografia, mentre sono ben caratterizzati dalla TC poiché le raccolte emorragiche ed urinose, determinando una intensa reazione infiammatoria, ispessiscono le fasce retroperitoneali.

Nel rene l'anatomia sistematica descrive un **polo superiore**, un **polo inferiore** ed una **regione mesorenale**. Quest'ultima si apre medialmente in una profonda insenatura, l'**ilo renale**, delimitata da un labbro superiore ed un labbro inferiore (Fig. 14). L'ilo o seno renale è ripieno di grasso bruno, contiene la pelvi, il tratto iniziale dell'uretere, le strutture vascolari, i linfatici ed i rami del sistema nervoso autonomo. Nel seno renale, la



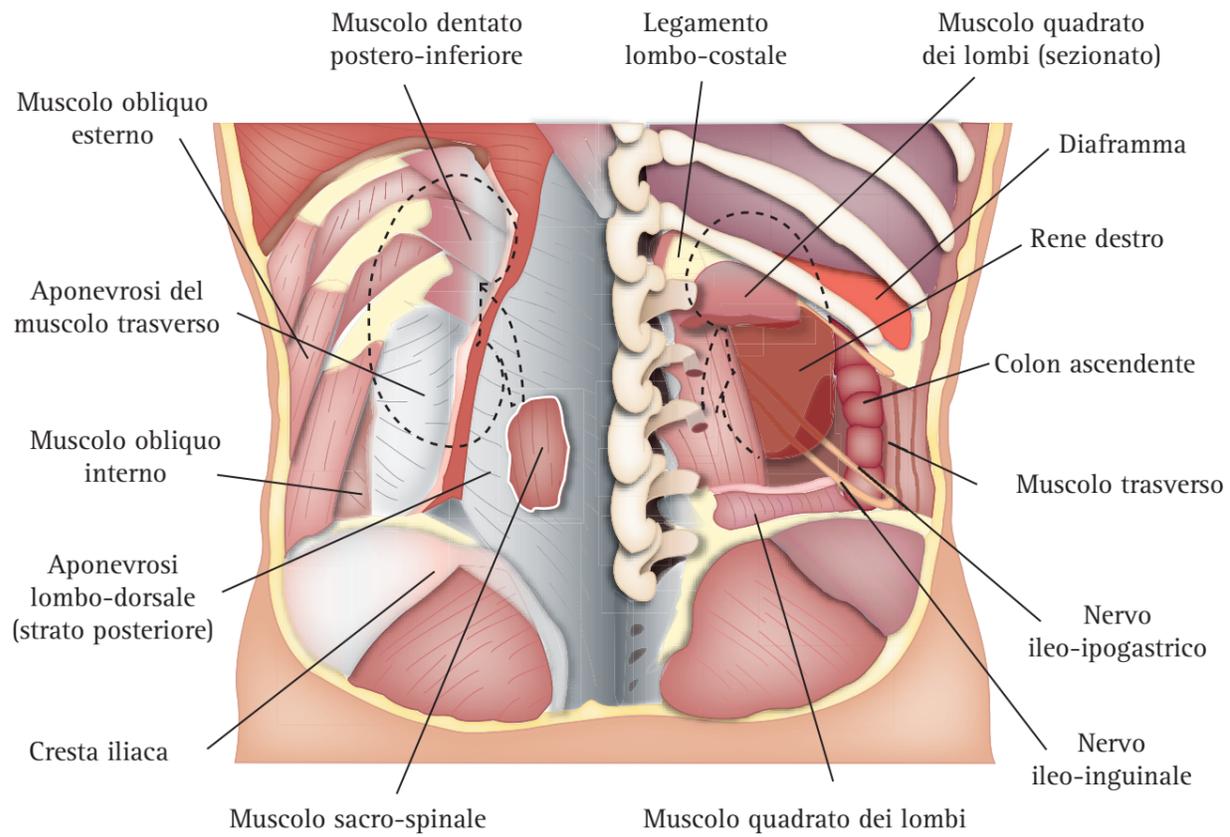


Fig. 9a. RAPPORTI POSTERIORI DEL RENE. Il rene è adagiato sul pilastro mediale del diaframma, sul quadrato dei lombi, sul muscolo psoas e sull'aponevrosi dei muscoli della parete laterale.

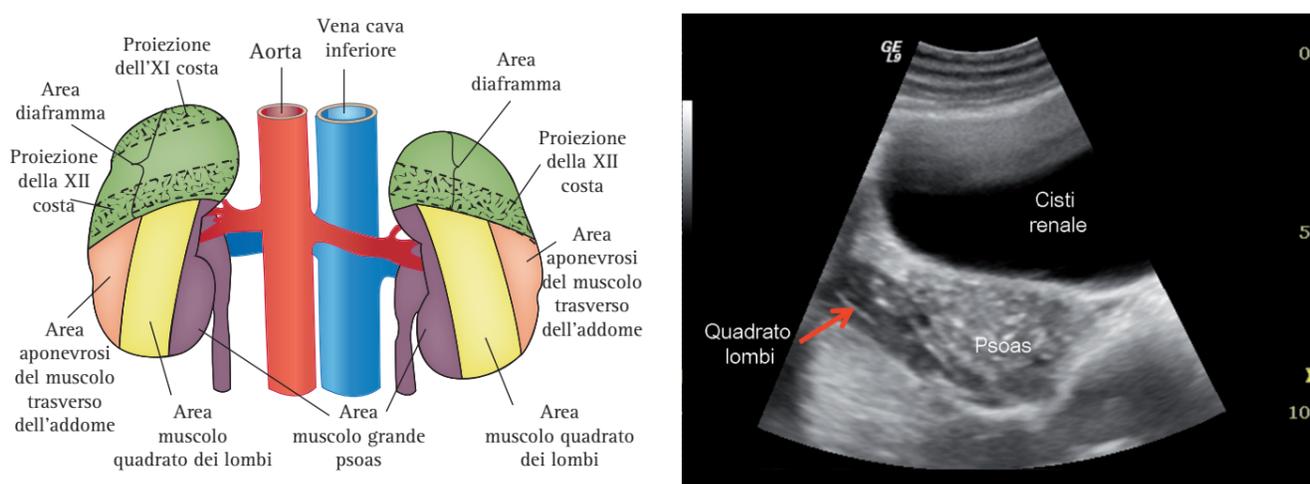
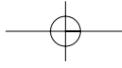


Fig. 9b, c. RAPPORTI POSTERIORI DEL RENE. In proiezione il rene contrae rapporti con il recesso costo-diaframmatico della pleura e la XI e XII costa a sinistra e la XII costa a destra. Il rene destro è quindi più basso del sinistro di circa 2 cm a causa dei rapporti che contrae con il fegato (A). Nell'immagine ecografica la presenza di una grossolana cisti renale delinea i rapporti posteriori del rene con il muscolo psoas ed il quadrato dei lombi (B).



Rene e vie urinarie. Anatomia ecografica normale

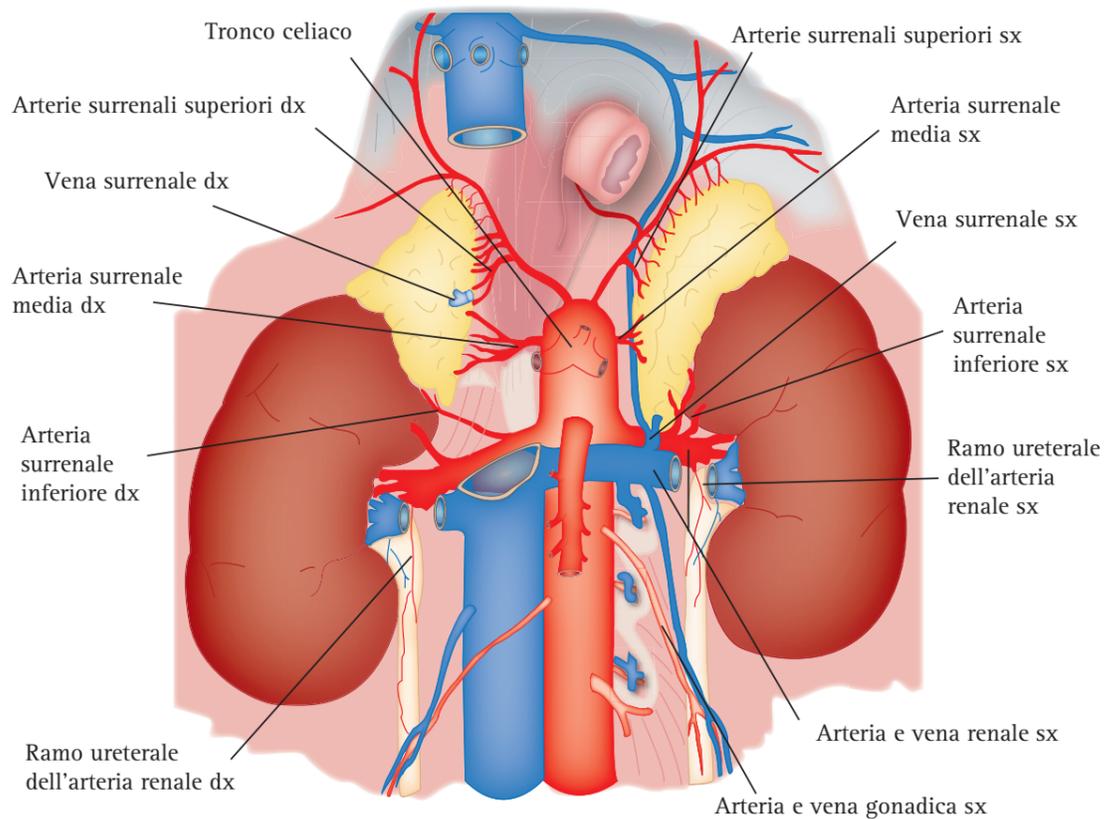


Fig. 10. RAPPORTI DEL RENE CON LA GHIANDOLA SURRENALICA. Supero-medialmente il polo renale è in rapporto con la ghiandola surrenalica che, sul piano frontale, a destra ha una posizione chiaramente retrocavale, mentre a sinistra si dispone su un piano più anteriore a ridosso dell'aorta.

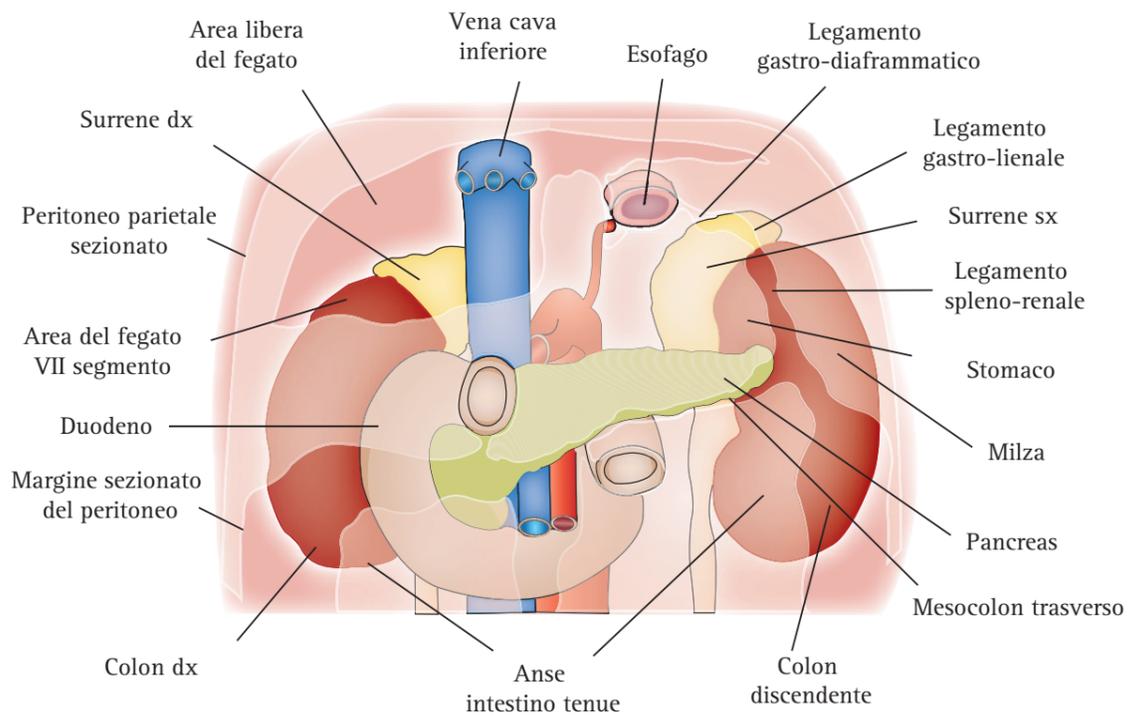


Fig. 11. RAPPORTI ANTERIORI. Il rene è un organo retroperitoneale ed anteriormente prende rapporti principalmente con il peritoneo e quegli organi che durante lo sviluppo fetale si sono venuti a trovare in stretto contatto con la parete addominale posteriore disponendosi nel retroperitoneo.



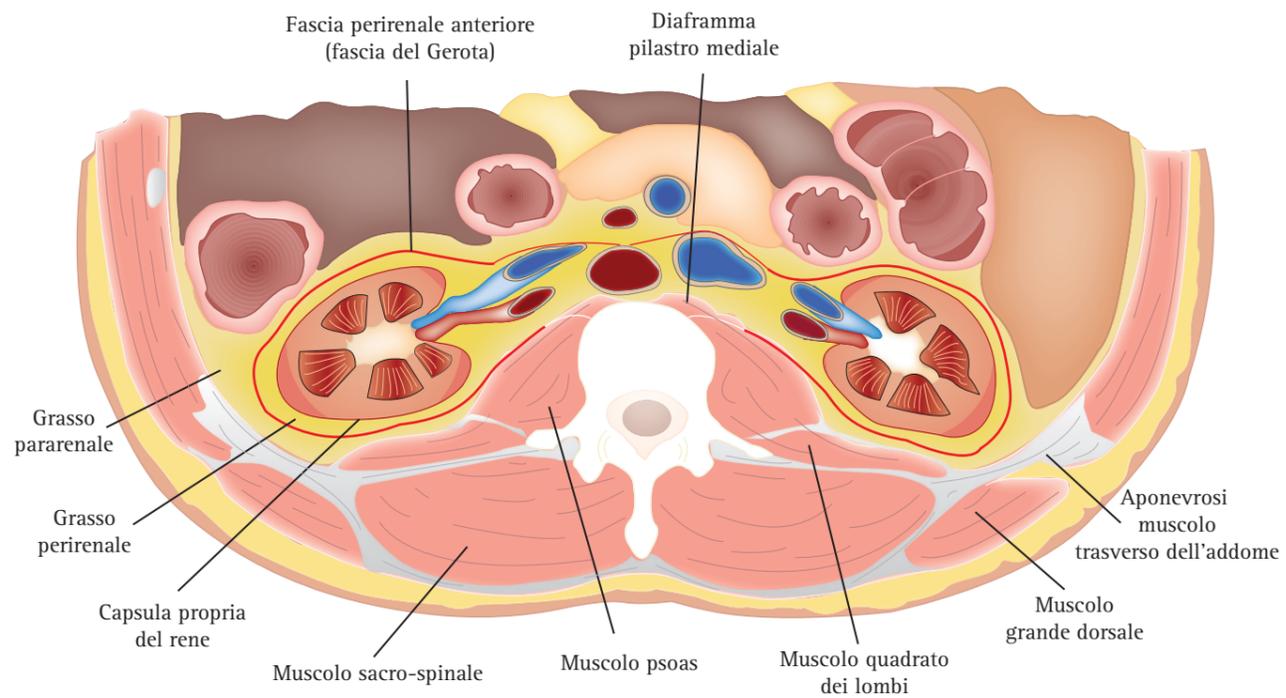
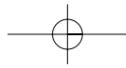


Fig. 12. SPAZI RETROPERITONEALI DELLA LOGGIA RENALE. La figura rappresenta una sezione trasversale o assiale della loggia renale, passante per la 2^a vertebra lombare a livello dell'ilo renale e mostra la disposizione orizzontale della fascia perirenale e pararenale.

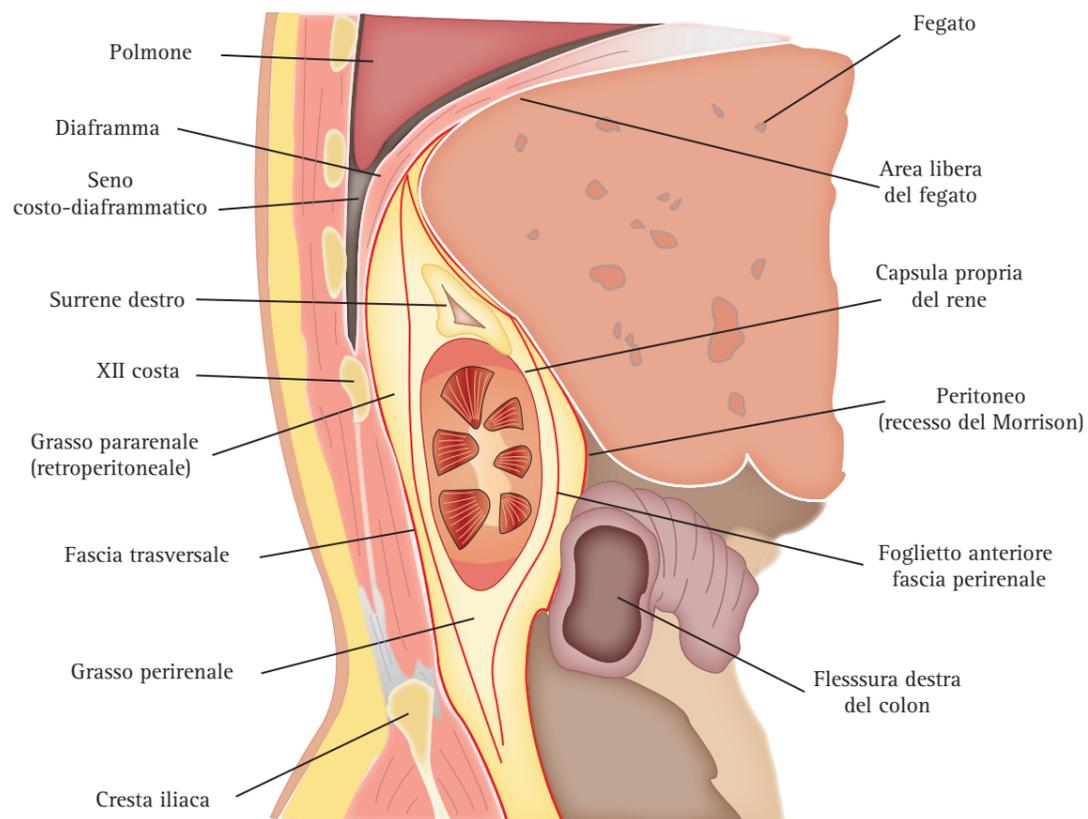
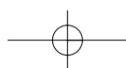
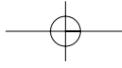


Fig. 13. SPAZI RETROPERITONEALI DELLA LOGGIA RENALE. La figura rappresenta una sezione coronale passante per il rene destro e la loggia lombare e mostra la disposizione anatomica del grasso perirenale e pararenale, degli spazi delimitati dalla fascia perirenale.





Rene e vie urinarie. Anatomia ecografica normale

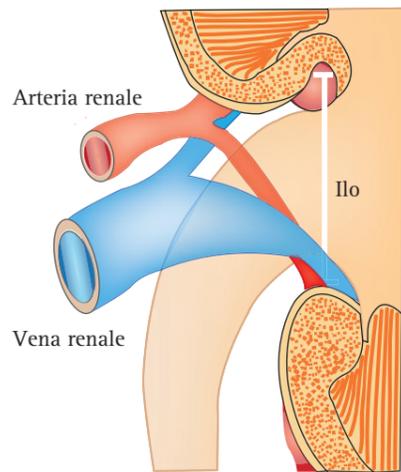


Fig. 14. ILO RENALE. Proiezione anteriore. Nel seno renale, la vena è la struttura più alta e posteriore, seguita più in avanti ed in basso dall'arteria e dai suoi due rami, anteriore e posteriore. La pelvi è situata più in basso rispetto all'arteria ed è spesso incrociata dai rami di biforcazione.

vena è la struttura più alta e posteriore, seguita più in avanti ed in basso dall'arteria e dai suoi due rami, anteriore e posteriore. La pelvi è situata più in basso rispetto all'arteria ed è spesso incrociata dai rami di biforcazione^(2, 3).

In sezione, il parenchima renale appare costituito da una parte più esterna o corticale ed una più interna o midollare (Fig. 15). La midollare si compone di un numero variabile di formazioni coniche striate (da 8 a 18), dette piramidi, con la base rivolta verso la superficie esterna e l'apice verso il seno renale. Alla base delle piramidi decorrono i vasi arciformi che separano la corticale dalla midollare, mentre le singole piramidi sono separate fra loro da propaggini di tessuto corticale che

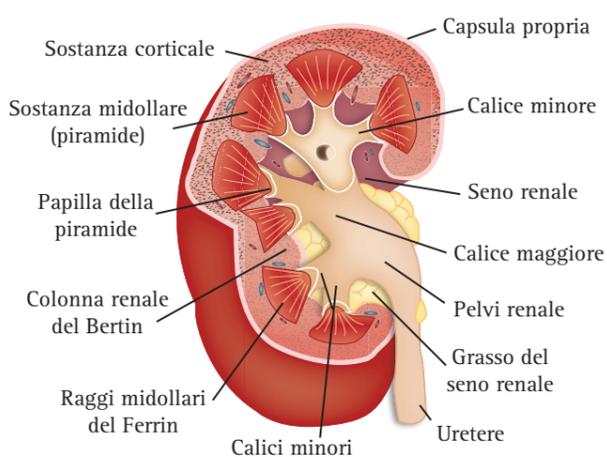


Fig. 15. PARENCHIMA RENALE. Nella figura il rene destro è sezionato su piani diversi per mostrare la struttura del seno renale, della pelvi e dei calici, delle piramidi e della corticale.

affondano verso il seno renale, dette **colonne midollari del Bertin**. L'apice delle piramidi o **papilla renale** è interrotto da numerosi forellini (*area cribrosa*) che rappresentano gli sbocchi dei **dotti collettori**. La papilla si invagina in una propaggine minore del sistema escretore, il **calice minore**, che ne circonda la base delimitando un'insenatura virtuale detta **fornice caliceale**. I calici minori confluiscono nei **calici maggiori** e questi ultimi nella **pelvi renale** e nell'**uretere**. Nel rene normale sono presenti 2 o 3 gruppi di calici maggiori, ciascuno dei quali riceve la confluenza di 2 o 3 calici minori.

Da un punto di vista microscopico, l'unità funzionale del rene è il **nefrone** (Fig. 16a). Questo risulta costituito da un segmento filtrante o **glomerulo**, dove una rete mirabile arteriosa di capillari interposti fra una arteriola afferente ed efferente, i **capillari glomerulari**, si invaginano nel tratto iniziale del **tubulo renale** o **capsula del Bowman** (Fig. 16b). Il glomerulo è un filtro ad alta pressione che forma per ultrafiltrazione la **preurina**. Questa, raccolta nella capsula del Bowman, im-

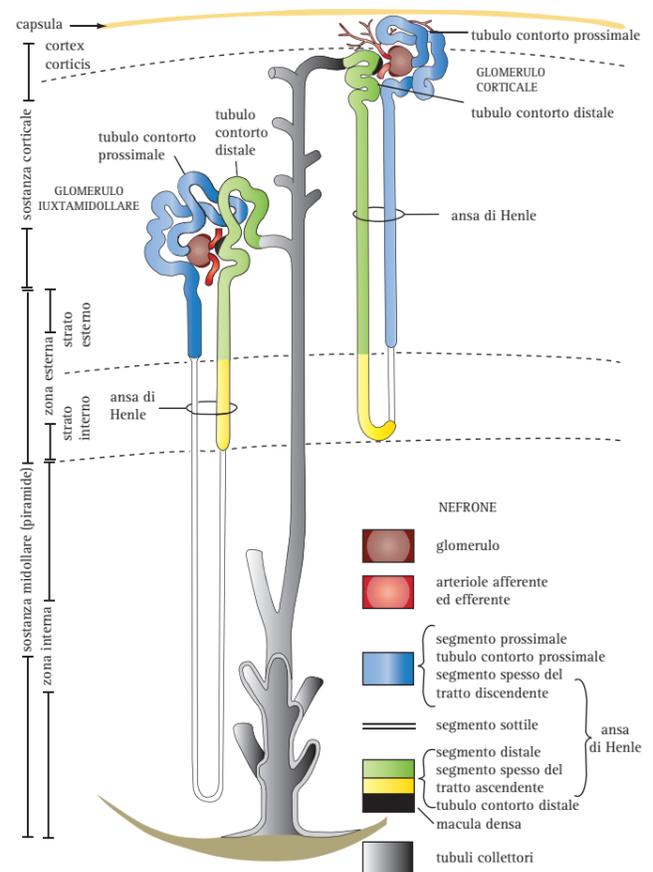


Fig. 16a. IL NEFRONE. È l'unità morfofunzionale del rene. La figura rappresenta l'anatomia di un nefrone iuxtamidollare e di un nefrone corticale.



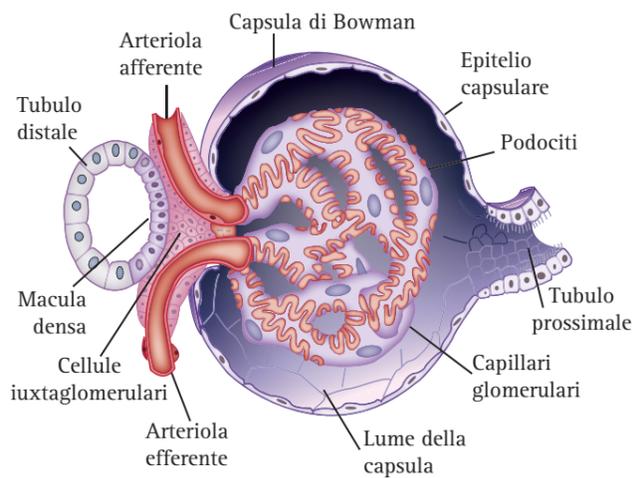


Fig. 16b. IL GLOMERULO. È un filtro ad alta pressione ove un'arteriola afferente si sfocia in una rete capillare mirabile che confluisce in un'arteriola efferente che irrorà infine i capillari peritubulari (arterie rette vere e spurie). Il filtro vero e proprio è costituito dalle strutture giustapposte dei capillari glomerulari e della lamina viscerale della capsula del Bowman. Il filtrato glomerulare, raccolto nella capsula, fluisce nel tubulo renale ove viene elaborato e trasformato nell'urina definitiva.

bocca i vari segmenti del tubulo renale (**tubulo prossimale, ansa di Henle, tubulo distale e collettore**) per essere rielaborata per riassorbimento-secrezione ed infine escreta come urina nei calici minori^[2, 3].

Pelvi ed uretere. L'uretere è un condotto elastomuscolare di circa 6 mm di diametro, lungo circa 25-30 cm, con tre restringimenti fisiologici maggiori associati a lievi dilatazioni: il primo corrisponde alla giunzione pelo-ureterale, il secondo all'incrocio con i vasi iliaci comuni dove l'uretere penetra nello scavo pelvico, il terzo al tratto intramurale in vescica. Nella parte prossimale l'uretere si continua nella pelvi renale, un'espansione ad imbuto contenuta nel seno che riceve la confluenza dei calici maggiori. Distalmente, nello scavo pelvico, l'uretere penetra in vescica sboccando simmetricamente agli angoli del **trigono vescicale (Fig. 17a)**. La lunghezza del tratto intramurale, "a becco di flauto" varia da 2 mm alla nascita, a 10 mm a 5 anni, a 20 mm nell'età adulta (**Fig. 17b**).

Anteriormente, l'uretere è incrociato dall'arteria re-

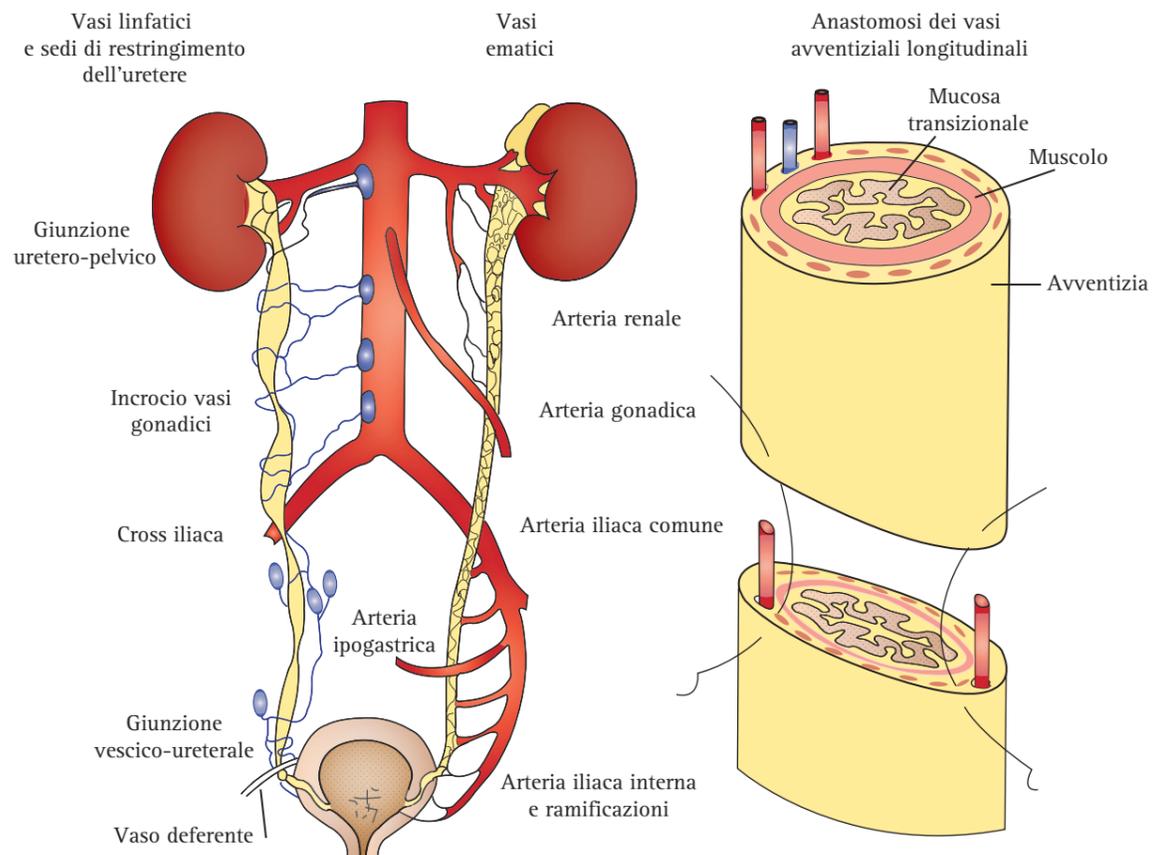


Fig. 17a. L'uretere. La figura a destra rappresenta il tragitto ed i restringimenti fisiologici dell'uretere, i linfatici ed i vasi sanguigni. La figura a sinistra mostra la stratificazione della parete e la disposizione dei vasi avventiziali. Questi devono essere sempre preservati negli interventi di mobilizzazione dell'uretere i cui monconi vanno sempre suturati secondo una linea obliqua per preservare le anastomosi dei vasi avventiziali.

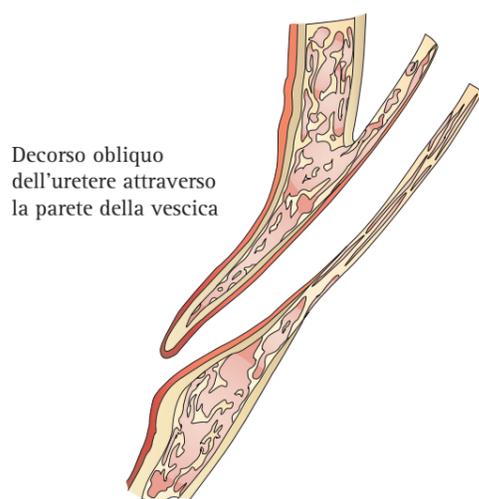
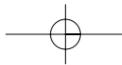


Fig. 17b. GIUNZIONE URETERO-VESCICALE. Il tratto intramurale dell'uretere ha un decorso obliquo nella parete vescicale e la sua lunghezza varia da 2 mm alla nascita, a 10 mm a 5 anni, a 20 mm nell'età adulta.

nale principale e dal suo ramo anteriore nel primo tratto, dai vasi gonadici nel tratto medio ed infine dal dotto deferente nello scavo pelvico. *Posteriormente*, invece, è incrociato dal ramo posteriore dell'arteria renale principale nel primo tratto e dai vasi iliaci comuni nel tratto pelvico prima di affondare nel tessuto cellulare lasso dello scavo. L'uretere raggiunge lo scavo con un tragitto regolare, decorrendo sul profilo esterno del muscolo psoas. Nel cellulare dello scavo, prima di raggiungere gli sbocchi vescicali, si adagia sui processi trasversi sacro-iliaci disegnando una curva aperta in avanti. In entrambi i sessi, *medialmente* l'uretere destro è in rapporto con la vena cava inferiore, il duodeno, il colon, l'appendice, il retto e la vescica, mentre l'uretere sinistro contrae rapporti con l'aorta, la giunzione duodeno-digiunale, il colon, il retto e la vescica. Nelle donne, l'uretere pelvico decorre a ridosso del bordo laterale dell'ovaio, del collo uterino e della parte alta della vagina ed è incrociato dall'arteria uterina. Lesioni ureterali possono verificarsi in corso di chirurgia su tutti gli organi menzionati ed in particolare sull'utero, sulle ovaie o per correzione di un prolasso vaginale.

La parete dell'uretere è sottile ed è costituita da tre strati: la *mucosa* rivestita da epitelio transizionale, la *tonaca muscolare* liscia organizzata in uno strato di fibre con decorso circolare ed uno strato più esterno di fasci longitudinali spiraliformi e lo *strato avventiziale* esterno di connettivo lasso. Nel connettivo avventiziale decorrono esili fibre del simpatico e del parasimpatico che originano dal plesso aortico ed ipogastrico ed il cui ruolo, a parte la funzione dolorifica, è sconosciuto, poiché la denervazione non influenza in alcun modo la peristalsi spontanea dell'uretere (**Fig. 17a**). La pelvi ed i

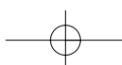
calici sono anch'essi rivestiti da epitelio transizionale ed hanno una tonaca muscolare liscia.

Pelvi ed uretere costituiscono un'unità funzionale destinata alla formazione ed al trasporto del bolo urinario in vescica ed alla protezione del parenchima renale dai regimi di pressione che si sviluppano in uretere durante la progressione del bolo urinario o in condizioni patologiche di idronefrosi.

L'urina definitiva, riversata dai dotti collettori nei calici minori, confluisce verso la giunzione pielo-ureterale in parte per gravità, ma in massima parte per l'attività peristaltica spontanea dei calici e della pelvi. L'onda di peristalsi ha inizio con un impulso elettrico che viene generato da siti *pace-maker* localizzati nei calici minori. Nei sistemi collettori multicaliceali, come quello dell'uomo, questi siti sono numerosi e funzionalmente integrati. L'onda di contrazione innescata dai *pace-maker* si propaga spontaneamente tramite le giunzioni di tipo intermedio (*gap junctions*) delle cellule muscolari lisce. In condizioni normali, la contrazione dei calici avviene con una frequenza di circa 5-6 volte al minuto. Le contrazioni avvicinano le pareti dei calici e questo facilita la spremitura delle papille ed impedisce al tempo stesso che il parenchima renale possa risentire degli aumenti pressori della pelvi. Il progressivo riempimento della pelvi aumenta la pressione intrapielica e spinge l'urina verso la giunzione pielo-ureterale.

Il *giunto pielo-ureterale* rappresenta uno snodo elettromeccanico capace di interrompere la conduzione sinciziale delle fibrocellule muscolari lisce della pelvi verso l'uretere e viceversa. Questo da una parte favorisce la formazione del bolo urinario, in quanto il giunto viene forzato con un meccanismo tipo "tutto o nulla" solo quando nella pelvi il bolo aumenta di pressione sino a 8-10 cm di H₂O, dall'altra impedisce che le variazioni pressorie endoureterali, molto più sostenute (da 20 a 60 cm di H₂O), possano trasmettersi a ritroso sul parenchima. Il bolo urinario immesso nel tratto prossimale dell'uretere distende le pareti collabite ed innesca i *pacemaker* presenti nell'uretere prossimale. Ha inizio in questo modo un'onda di peristalsi che, rinvigorita dalla contrazione delle fibre longitudinali, spinge rapidamente il bolo verso la vescica. La velocità di conduzione dell'onda ureterale è di circa 2-6 m/s. La pressione endoureterale di base è di 0.5 cm di H₂O, mentre la pressione in fase di peristalsi raggiunge valori fra 20 e 60 cm di H₂O. Le onde di peristalsi si ripetono con una frequenza di 2-6 volte al minuto in base allo stato di idratazione e di diuresi.

Quando il bolo raggiunge la giunzione uretero-vescicale bisogna che la pressione sia superiore a quella endovescicale per forzare la giunzione uretero-vescicale e



consentire il passaggio di urina in vescica. Nella fase di apertura della **giunzione vescico-ureterale**, l'ultimo tratto dell'uretere si retrae con un meccanismo a canocchiale, riducendo la resistenza della giunzione e facilitando il passaggio dell'urina in vescica. Il ristagno vescicale cronico o l'ostruzione della giunzione uretero-vescicale possono impedire il passaggio regolare di urina in vescica. In queste condizioni, la pressione del bolo deve necessariamente aumentare per forzare la giunzione, per cui una certa quota di urina viene costretta a risalire controcorrente creando un reflusso endoureterale. Una situazione simile può realizzarsi anche quando l'uretere è dilatato e/o le onde di peristalsi sono inefficaci. Quando il flusso urinario aumenta si osserva un incremento della frequenza della peristalsi e del volume di ciascun bolo. Naturalmente, come tutti i condotti anche l'uretere può trasportare una quantità massima di urina nell'unità di tempo. Un trasporto inadeguato può pertanto risultare o dall'ingresso in uretere di quantità superiori alle sue capacità di trasporto, oppure da un passaggio insufficiente di urina in vescica. Se il trasporto ureterale diventa inefficace si realizza stasi e dilatazione delle vie urinarie (idroureteronefrosi)⁽⁴⁾.

Vescica. La vescica è una sacca elasto-muscolare contenuta nello scavo pelvico, deputata alla raccolta dell'urina ed alla minzione (Fig. 18). Nell'adulto, solo la superficie superiore o *cupola* è ricoperta dal peritoneo. Nella donna, dopo aver rivestito la cupola vescicale il peritoneo si riflette sulla parete anteriore dell'utero e sul retto, delineando i recessi **vescico-uterino** ed **utero-rettale** o **sfondato del Douglas**. Nel maschio, invece, si riflette direttamente sul retto. In entrambi i sessi, una piccola fascia fi-

brosa, la **fascia del Denonvillier**, si affonda nel cavo del Douglas verso il diaframma urogenitale, separando il tessuto connettivale perirettale dal tessuto connettivo utero-vescicale nella donna, e da quello prostatico-vescicale nel maschio. Nella donna, lo spazio pelvico anteriore accoglie la vescica, il collo vescicale e la vagina, mentre nel maschio accoglie la prostata, le ampolle e le vescicole seminali ed il tratto terminale del dotto deferente (Fig. 19, 20). *Anteriormente*, la vescica è a ridosso della sinfisi pubica, dei muscoli retti dell'addome e del legamento della linea alba. *Superiormente* è in rapporto con le anse del tenue ed il colon-sigma. I rapporti anterosuperiori della vescica variano naturalmente in base allo stato di riempimento vescicale. In particolare, nella donna, i rapporti con l'utero variano in modo sostanziale: l'utero anteverso-flesso si ribalta completamente sulla cupola vescicale quando la vescica è vuota, mentre viene sbandato in alto e posteriormente in condizioni di replezione. L'**uraco** o **ligamento ombelicale mediano** è un sottile legamento fibroso che congiunge la parte anteriore della vescica all'ombelico e rappresenta il ricordo ancestrale dell'allantoide. *Infero-lateralmente* la vescica è in rapporto con il plesso venoso vescico-prostatico, il muscolo elevatore dell'ano, i vasi oturatorini interni ed il cingolo pelvico.

La parete vescicale è spessa ed è costituita da uno *strato di mucosa transizionale*, da uno *strato muscolare* e da uno *strato fibroso avventiziale*. La mucosa vescicale è costituita da uno strato interno di mucosa transizionale spessa e da uno strato più profondo, sottomucosa, spesso e ricco di vasi. La mucosa e la sottomucosa sono molto più sottili a livello del trigono vescicale. La funzione della mucosa è quella di rendere la vescica capace di distendersi sino a contenere nell'adulto 450-500 ml di urina. Lo strato medio della parete vescicale è costituito dal **muscolo detrusore**, cioè da tessuto muscolare liscio. I fasci del detrusore sono organizzati in strie longitudinali ed elicoidali intrecciate fra loro. A livello del collo vescicale le fibre muscolari lisce assumono una disposizione circolare formando lo **sfintere interno o liscio** del collo. Alcuni fasci longitudinali si continuano invece al di sotto dello sfintere liscio, per ancorarsi allo strato muscolare dell'uretra ed allo **sfintere striato esterno** del collo, costituito da fibre circolari della porzione periuretrale del muscolo elevatore dell'ano. Lo sfintere striato esterno è innervato dal nervo pudendo ed è sotto il controllo del sistema piramidale, per cui si contrae volontariamente e consente di resistere a tutte le condizioni che causano un aumento della pressione intra-addominale. Nel corso degli interventi di prostatectomia lo sfintere liscio del collo può essere facilmente inciso e danneggiato causando incontinenza transitoria. Nel corso degli stessi interventi per evitare un'incontinenza postchirurgica persistente de-

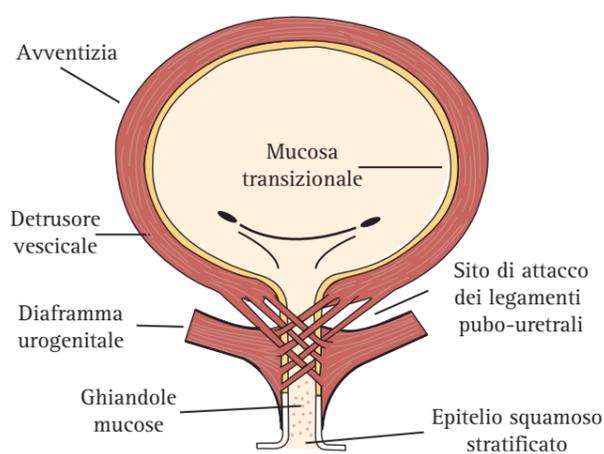
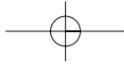


Fig. 18. VESCICA. Il diagramma disegna i profili della vescica e dell'uretra nella donna. Da ricordare che il legamento pubo-uretrale si ancora sia sull'osso pubico che sul muscolo elevatore dell'ano.



Rene e vie urinarie. Anatomia ecografica normale

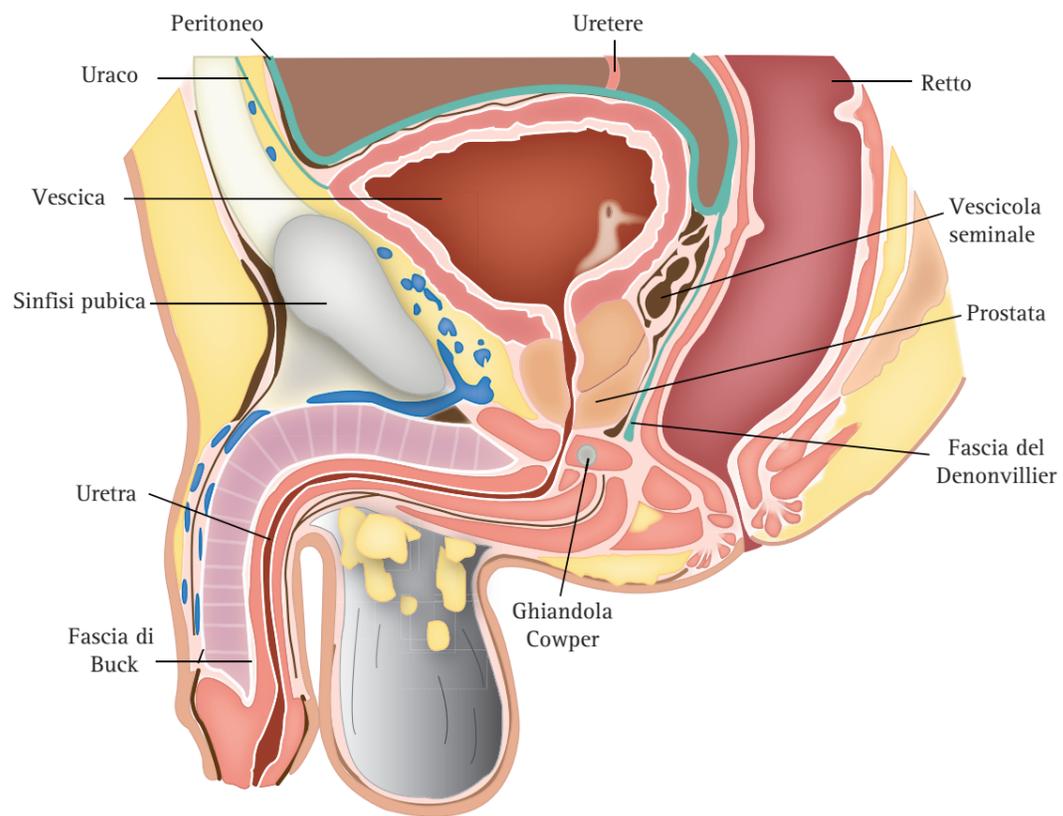


Fig. 19. ANATOMIA TOPOGRAFIA DELLO SCAVO PELVICO NEL MASCHIO. Diagramma esemplificativo degli spazi pelvici e della fascia del Denonvillier.

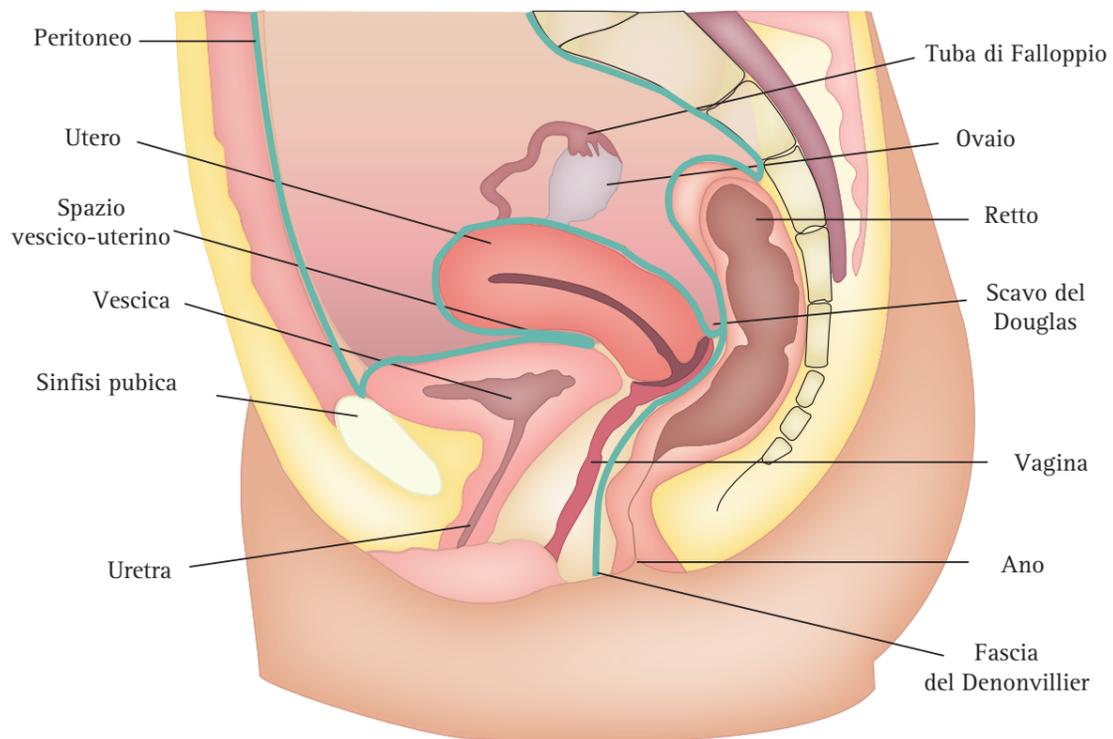


Fig. 20. ANATOMIA TOPOGRAFICA DELLO SCAVO PELVICO NELLA FEMMINA. Sezione sagittale mediana sulla vescica e sullo scavo pelvico.



ve essere invece posta una cura assoluta per preservare l'integrità dello sfintere striato e del nervo pudendo. Nella donna, lo sfintere striato è più debole che nel maschio. Questo, unito al fatto che l'uretra femminile ha un tragitto più breve e che la morfologia dell'angolo uretro-vescicale tende ad alterarsi con l'età per il prollasso del pavimento urogenitale, spiega la maggiore prevalenza dell'incontinenza vescicale da stress nel sesso femminile.

La vescica è innervata da fibre del simpatico e del parasimpatico. Le *fibre efferenti del simpatico* rilasciano noradrenalina e provengono dall'11°-12° segmento toracico e dal 1°-2° segmento lombare. Decorrono nel plesso ipogastrico superiore e con il nervo presacrale innervano il detrusore e lo sfintere liscio. La loro stimolazione causa chiusura del collo vescicale e si manifesta durante l'eiaculazione. Un'eccessiva attività del simpatico può causare una dissinergia fra detrusore e sfintere liscio con ostruzione del collo vescicale. Le *fibre del sistema nervoso parasimpatico* provengono dal 2°, 3°, 4° segmento sacrale e confluiscono a livello della 12ª vertebra toracica, rilasciano acetilcolina e favoriscono la contrazione ed il tono del detrusore. La ritenzione urinaria da paralisi del parasimpatico vescicale si associa comunemente alle paraplegie traumatiche determinate dalle lesioni midollari della 12ª vertebra toracica. Il muscolo elevatore dell'ano e lo sfintere striato sono innervati da fibre del nervo pudendo. La contrazione dello sfintere striato inibisce la minzione, mentre viceversa la sezione del nervo determina un'incapacità di contrarre il muscolo elevatore e quindi riduce la continenza. L'efedrina induce il rilascio di noradrenalina e può essere usata per aumentare il tono del collo vescicale. I bloccanti adrenergici o alfa-litici possono essere usati per risolvere le ostruzioni urinarie basse. I farmaci anticolinergici inibiscono la contrazione del detrusore e possono essere utilizzati per combattere l'ipertono vescicale. I farmaci colinergici aumentano invece il tono della vescica e possono essere usati per aumentare l'efficienza del detrusore nei pazienti che hanno un'inattività persistente del muscolo⁽⁵⁾.

Prostata. La prostata è una ghiandola a forma di cono rovesciato che circonda l'uretra posteriore. La base ghiandolare è saldamente strutturata con il collo della vescica e lo sfintere liscio, mentre l'apice è ancorato al diaframma urogenitale costituito dal muscolo elevatore dell'ano e da un ispessimento fibroso della fascia perineale e pelvica. Nella loggia prostatica la ghiandola è circondata da tessuto connettivale fibroso ed è saldamente fissata alla sinfisi pubica dai **ligamenti pubo-prostatici**. Nello spazio pubo-prostatico è contenuto un ricco plesso venoso, il **plesso periprostatico**, in conti-

nuità con il plesso venoso perivescicale del Santorini. I profili laterali della ghiandola sono in rapporto con i muscoli elevatori dell'ano ricoperti dalla fascia pelvica, mentre posteriormente la prostata è in rapporto con le ampolle e le vescicole seminali, i dotti deferenti ed è separata dal cellulare perirettale dalla fascia del Denonvillier. La **fascia del Denonvillier** deriva dalla fusione della tasca peritoneale che affondava verso il diaframma urogenitale durante la vita embrionale. Essa forma un piano fasciale fisso, molto resistente alla disseminazione del carcinoma prostatico (Fig. 20). I dotti eiaculatori attraversano la superficie posterolaterale della prostata e sboccano nella porzione laterale del *veru montanum*, a ridosso dello sbocco dell'otricolo prostatico, un abbozzo residuo del dotto del mesonefro. I dotti ghiandolari della prostata si aprono invece nello spazio compreso fra il *veru montanum* e la mucosa della parte posteriore dell'uretra.

La prostata è costituita da numerose ghiandole tubulo-acinose inglobate in uno stroma fibromuscolare ed è circondata da tessuto connettivo fibroso e muscolare liscio più che da una capsula vera e propria. Durante l'eiaculazione la contrazione delle fibre muscolari sprema la ghiandola e libera circa 0.5 ml di secreto, la cui funzione precisa, ad di là di offrire un supporto liquido allo sperma, non è ancora ben conosciuta.

La classificazione zonale della prostata proposta da McNeal suddivide la ghiandola in quattro diverse *zone anatomo-funzionali* (Fig. 21) ciascuna delle quali drena in sede *sovra o sottomontana* in un settore specifico della mucosa uretrale posteriore. La *zona anteriore* della pro-

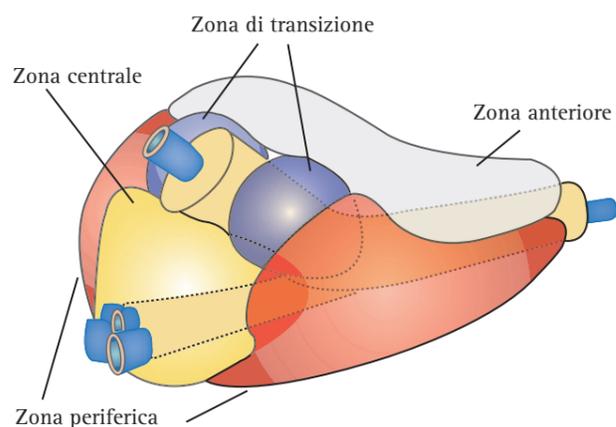
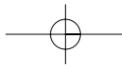


Fig. 21. PROSTATA. Rappresentazione schematica dell'anatomia zonale della prostata proposta da McNeal. La zona periferica o mantellare che si sviluppa postero-lateralmente è stata rappresentata in rosso, la zona centrale che avvolge le vie seminali in giallo, la zona transizionale che circonda l'uretra sovramontana in azzurro e la zona anteriore fibromuscolare in bianco. L'uretra intraprostatica decorre nella parte centrale della ghiandola e viene suddivisa dal *veru montanum* in una porzione sovramontana ed in una porzione sottomontana.



stata è priva di strutture ghiandolari ed ha il suo massimo spessore a livello del *veru montanum*, mentre tende ad assottigliarsi verso l'apice e le porzioni laterali della ghiandola. Questa zona è costituita da tessuto stromale che si confonde con i fasci muscolari del detrusore e dell'uretra. Le strutture ghiandolari sono rappresentate in due zone diverse della prostata: la **zona periferica** che costituisce circa il 70% del volume ghiandolare e la **zona centrale** che rappresenta il 20-25% della ghiandola. La zona centrale è più craniale, circonda i dotti eiaculatori e riversa il suo secreto a livello del *veru montanum*. La zona periferica o mantellare si sviluppa lateralmente e verso l'apice della ghiandola ed i suoi dotti escretori sboccano nella mucosa uretrale sotto il *veru montanum*. Le differenze biologiche fra queste due zone sono rilevanti in quanto il carcinoma prostatico origina quasi esclusivamente dalla zona periferica mentre la zona centrale è la sede comune dei processi infiammatori della prostata. La **zona di transizione** rappresenta meno del 5% del tessuto ghiandolare prostatico ed è costituita da due piccoli lobi disposti ai lati dello sfintere preprostatico. Il tessuto ghiandolare della zona di transizione è simile a quello della regione periferica, ma nonostante questo il confine anatomico fra le due zone è ben riconoscibile per la diversità strutturale dello stroma. La distinzione fra zona di transizione e zona periferica è altrettanto importante, in quanto la prima è sede comune di iperplasia benigna e solo raramente di carcinoma, mentre la zona periferica è, come detto in precedenza, la sede ove si sviluppa più comunemente il carcinoma. Esiste infine un *piccolo gruppo di ghiandole prostatiche distribuite intorno all'uretra prossimale* in un'area completamente circondata dallo sfintere liscio che dà origine a noduli di ipertrofia che si accrescono verso la base ghiandolare sollevando il pavimento vescicale e costituendo gli oggetti endovesicalici "da terzo lobo"⁽⁵⁾.

Anatomia ecografica normale

L'ecografia è l'indagine di prima scelta nel bilancio clinico del paziente nefropatico ed ha sostituito quasi completamente l'urografia ev, tranne nei casi ove sia indispensabile la valutazione morfologica delle vie escrettrici. L'ecografia del rene nativo può essere eseguita con sonde convex, settoriali o lineari, usando frequenze da 2.5 sino a 7 MHz in base alla complessione fisica del soggetto. Da un punto di vista pratico, nei pazienti difficili, obesi ed in quelli scarsamente collaboranti, la disponibilità di una sonda settoriale con un'apertura angolare ampia (100°) può migliorare la definizione del rene. Le sonde multifrequenza, la seconda armonica e lo

spatial compounding hanno migliorato sensibilmente la definizione dei profili renali e dell'anatomia parenchimale, ma la profondità e l'interposizione del colon, dell'intestino e delle ultime coste rappresentano sempre un ostacolo reale al corretto esame del rene, indipendentemente dall'esperienza dell'ecografista.

Il rene e le vie urinarie superiori possono essere valutati con un *approccio anteriore o addominale, posteriore o dorsale, laterale o lombare* usando scansioni *longitudinali, trasversali ed oblique*. Di seguito verranno descritte le regioni anatomiche ed i piani di riferimento, la tecnica di esame, le scansioni e l'anatomia ecografica normale.

REGIONI ANATOMICHE E PIANI DI RIFERIMENTO

Lo studio ecografico del rene e dell'apparato urinario richiede una buona conoscenza dell'anatomia topografica dell'addome. Nella semeiotica tradizionale, l'addome viene suddiviso in aree o regioni ricorrendo a *linee di riferimento sagittali e trasversali* (Fig. 22a, b).

La più semplice fra le ripartizioni topografiche suddivise l'addome in quattro quadranti incrociando la linea mediana xifo-pubica con la linea trans-ombelicale: regione superiore destra e sinistra ed inferiore destra e sinistra (Fig. 23). Il rene destro con il fegato, la colecisti, il duodeno, la testa del pancreas e la flessura destra del colon sono localizzati nel quadrante superiore destro (Fig. 24). Il rene sinistro è invece localizzato nel quadrante superiore sinistro con lo stomaco, la milza, il corpo-coda del pancreas e la flessura sinistra del colon (Fig. 25). Nel quadrante inferiore destro si localizzano l'intestino cieco, l'appendice, gli annessi e l'ovaio destro (Fig. 26), mentre nel quadrante inferiore sinistro il colon-sigma, gli annessi e l'ovaio sinistro (Fig. 27). La vescica e l'utero sono strutture mediane dei quadranti inferiori.

Una seconda suddivisione topografica divide l'addome in *cinque regioni* separando la regione mediana o *area epi-mesogastrica* dai quadranti superiori con il prolungamento delle linee paracentrali verso la linea intertubercolare (Fig. 28).

La suddivisione topografica più conosciuta in assoluto è quella che divide l'addome in *9 regioni topografiche*: *ipocondrio destro e sinistro, fianco destro e sinistro, fossa iliaca destra e sinistra, regione epigastrica, mesogastrica ed ipogastrica* (Fig. 29).

Per individuare la posizione esatta di ciascun segmento corporeo od organo viscerale nello spazio la semeiotica tomografica fa riferimento ai tre piani dello spazio o coordinate cartesiane (Fig. 30). La *planimetria tomografica* viene rappresentata comunemente su un soggetto in stazione eretta, con le braccia lungo il tron-



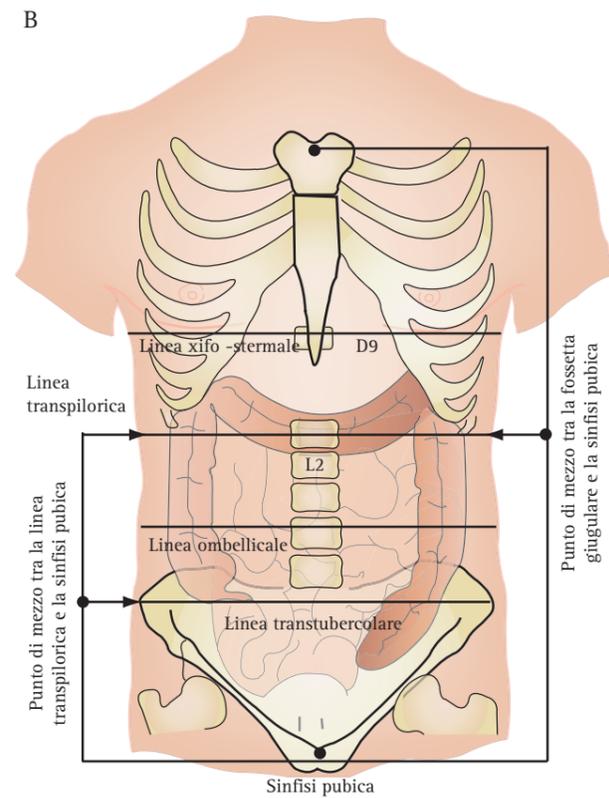
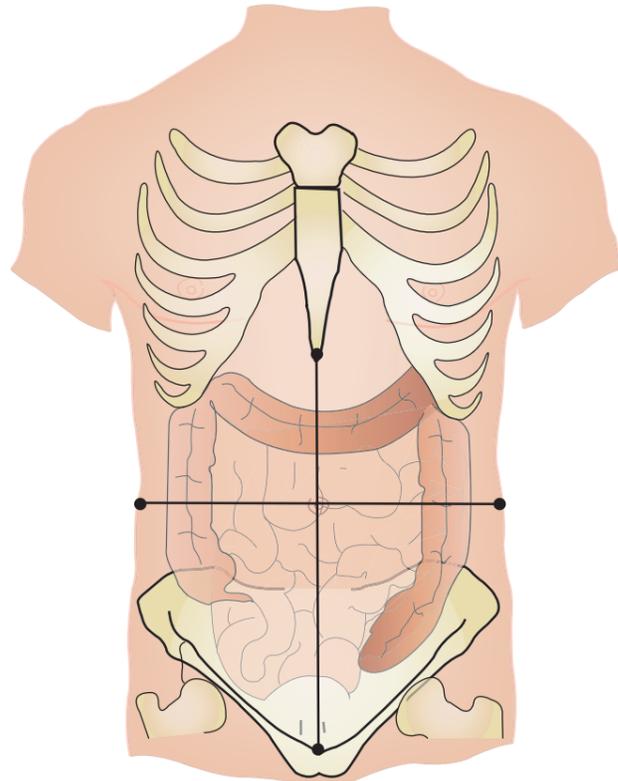
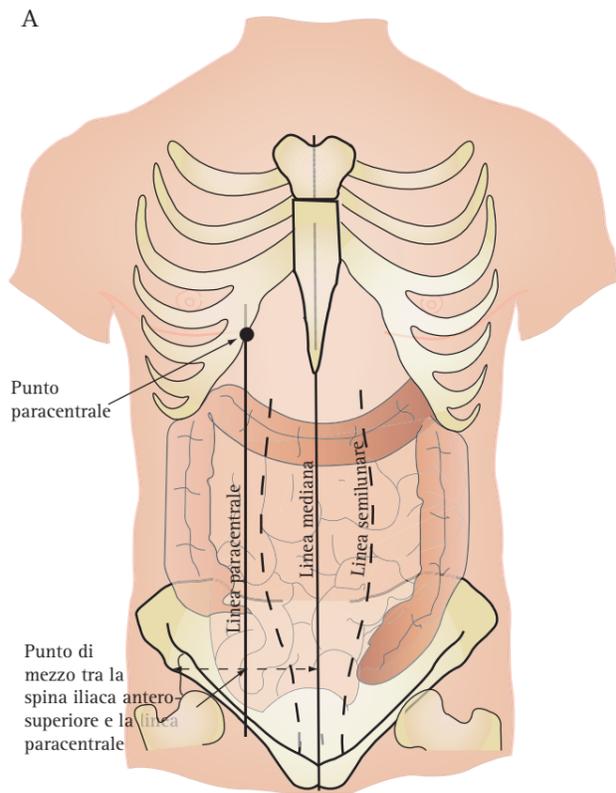
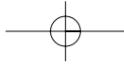


Fig. 22a, b. LINEE DI RIFERIMENTO SULLA PARETE ADDOMINALE. Nella semeiotica tradizionale, l'addome viene suddiviso in aree o regioni ricorrendo a linee di riferimento sagittali e trasversali.

Fig. 23. SUDDIVISIONE TOPOGRAFICA PARETE ADDOMINALE ANTERIORE. La più semplice fra le ripartizioni topografiche suddivide l'addome in quattro quadranti (superiore destro e sinistro ed inferiore destro e sinistro) incrociando la linea mediana xifo-pubica con la linea trans-ombelicale.

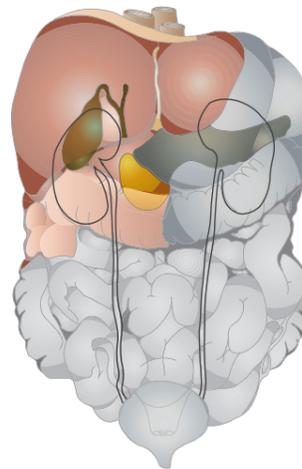


Fig. 24 ORGANI CONTENUTI NEL QUADRANTE ADDOMINALE SUPERIORE DI DESTRA.

co e gli occhi che guardano in avanti. Il *piano sagittale o longitudinale* corrisponde al piano che divide il corpo in due metà simmetriche (Fig. 31). Il *piano assiale o trasversale* è perpendicolare al piano sagittale, mentre il *piano coronale* interseca i precedenti da una prospettiva laterale (Fig. 32).





Rene e vie urinarie. Anatomia ecografica normale

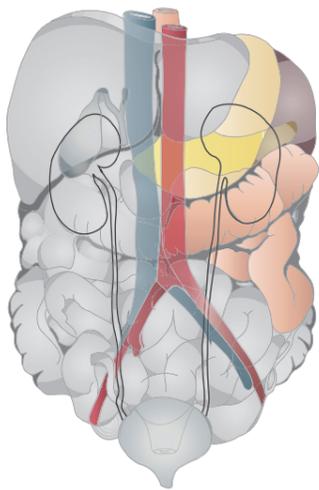


Fig. 25 ORGANI CONTENUTI NEL QUADRANTE ADDOMINALE SUPERIORE DI SINISTRA.

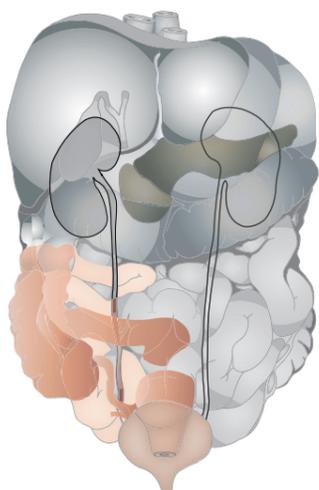


Fig. 26. ORGANI CONTENUTI NEL QUADRANTE ADDOMINALE INFERIORE E DI DESTRA.

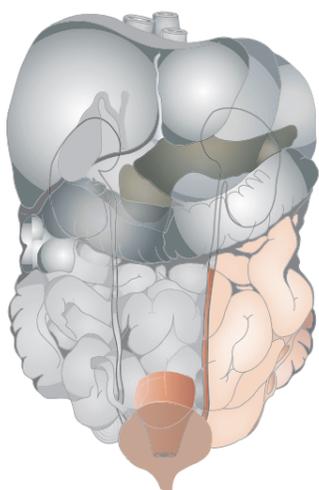


Fig. 27. ORGANI CONTENUTI NEL QUADRANTE ADDOMINALE INFERIORE DI SINISTRA.

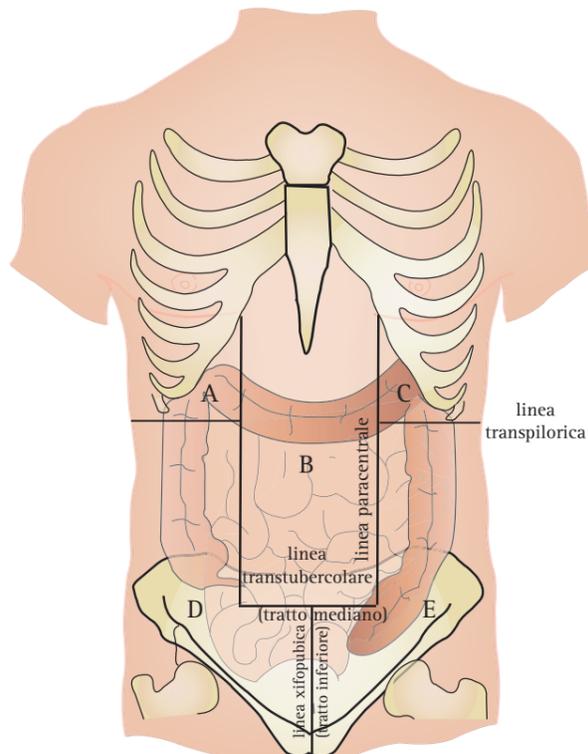


Fig. 28. SUDDIVISIONE TOPOGRAFICA DELLA PARETE ADDOMINALE ANTERIORE IN CINQUE SETTORI.

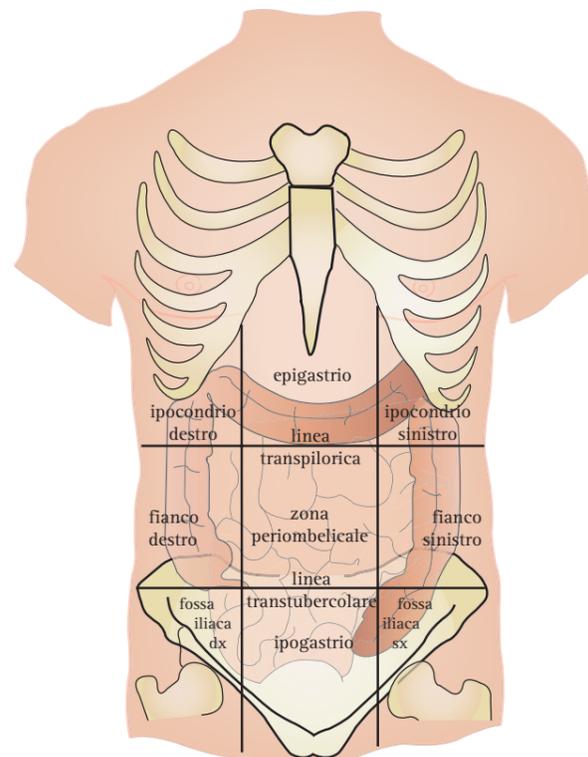
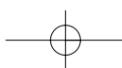


Fig. 29. SUDDIVISIONE TOPOGRAFICA DELLA PARETE ADDOMINALE ANTERIORE IN NOVE SETTORI.



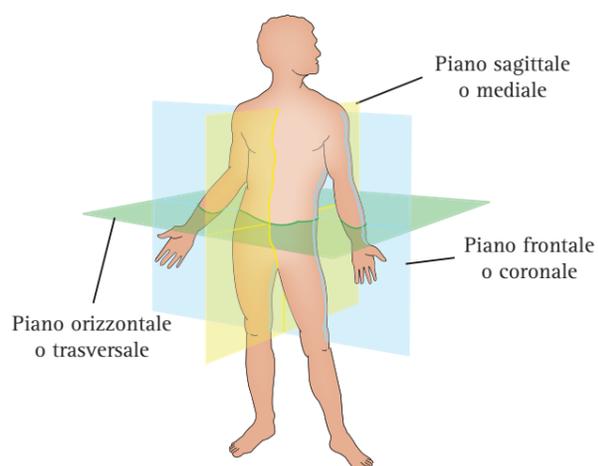


Fig. 30. PLANIMETRIA TOMOGRAFICA. La semeiotica tomografica fa riferimento ai tre piani dello spazio o coordinate cartesiane.

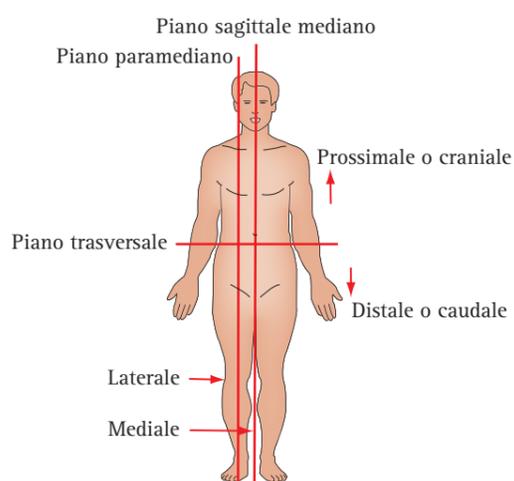


Fig. 31. PLANIMETRIA TOMOGRAFICA. Il piano sagittale o longitudinale corrisponde al piano che divide il corpo in due metà simmetriche. Il piano assiale o trasversale è perpendicolare al piano sagittale.

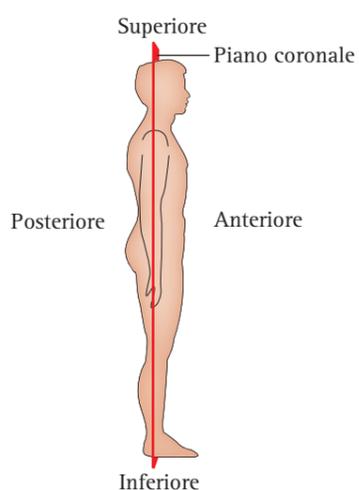


Fig. 32. PLANIMETRIA TOMOGRAFICA. Il piano coronale interseca i precedenti da una prospettiva laterale.

TECNICA DI ESAME E FINESTRE ANATOMICHE

Approccio addominale. Nell'approccio addominale il rene viene studiato con *scansioni longitudinali* lungo la linea emiclavareare anteriore (**Fig. 33**) o *scansioni oblique/trasversali* sottocostali (**Fig. 34**) con pa-



Fig. 33. ECOGRAFIA DEL RENE. APPROCCIO ADDOMINALE ANTERIORE. Scansione longitudinale anteriore.

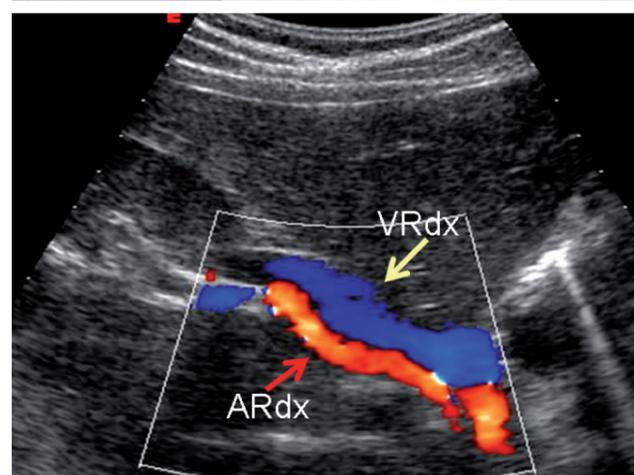


Fig. 34. ECOGRAFIA DEL RENE. APPROCCIO ADDOMINALE ANTERIORE (A). Scansione sottocostale anteriore o trasversale (B).

ziente in decubito supino o laterale in inspirazione profonda bloccata. Questo approccio è particolarmente indicato per lo studio del rene destro, poiché il fegato con la sua ecogenicità crea una finestra anatomica naturale. Il decubito laterale sinistro disloca il colon e le anse del tenue e migliora ulteriormente la definizione strutturale del rene. A sinistra, l'approccio addominale anteriore è di scarsa utilità in primo luogo perché la milza, molto più piccola del fegato e contenuta in sede sottocostale, non offre una finestra anatomica idonea, in secondo luogo perché il rene in questo approccio viene mascherato dall'aria del fondo gastrico, del colon e del digiuno. Il diametro longitudinale del rene non va misurato nella proiezione addominale anteriore in quanto la forma ellissoidale del rene e l'orientamento dell'asse longitudinale portano a sovrastimare o sottostimare fortemente il diametro bipolare. Le scansioni sottocostali anteriori disegnano egregiamente l'ilo renale, il labbro anteriore e posteriore, i vasi e la pelvi (Fig. 34b). A sinistra, sebbene l'interposizione dello stomaco e del colon rappresenti a volte un ostacolo insormontabile, le scansioni sottocostali con paziente in decubito laterale destro consentono di rappresentare allo stesso modo le strutture dell'ilo, il decorso dei vasi renali dal retroperitoneo mediano verso il rene e, talvolta, i rapporti dell'ilo con la coda del pancreas. La scansione sottocostale anteriore in inspirazione profonda ed in decubito laterale è indispensabile nella definizione di una massa surrenalica, a destra come a sinistra.

Approccio dorsale. L'approccio dorsale, con il paziente in decubito prono, trova la sua principale indicazione nell'esecuzione della biopsia renale ecoguidata (Fig. 35) o nel completamento dello studio del polo inferiore e del mesorene in quei rari casi in cui il meteorismo e la stasi colica impediscono un esame completo con l'approccio anteriore e laterale. Nell'approccio dorsale vengono utilizzate scansioni longitudinali, oblique e trasversali (Fig. 36). Le scansioni dorsali consentono di valutare la mobilità preternaturale del rene con il respiro e i rapporti che il rene contrae con il muscolo psoas, il quadrato dei lombi e l'aponevrosi del muscolo obliquo esterno. Il cellulare fibro-adiposo del retroperitoneo è spontaneamente ed intensamente iperecogeno e non consente la definizione strutturale delle fasce perirenale e pararenale.

Approccio lombare. L'approccio lombare con scansioni longitudinali e trasversali lungo la linea ascellare anteriore, media e posteriore, con paziente in decubito supino o in decubito laterale intermedio, permette

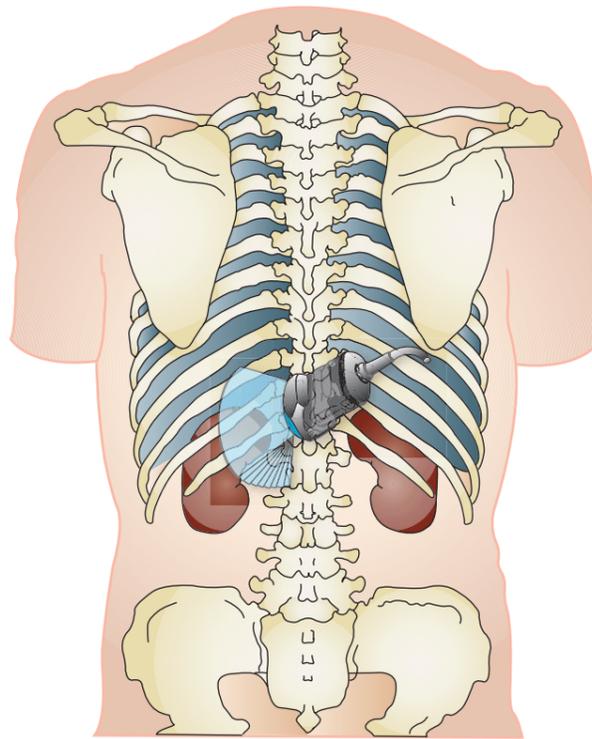


Fig. 35. ECOGRAFIA DEL RENE. APPROCCIO DORSALE O POSTERIORE. Scansione longitudinale.

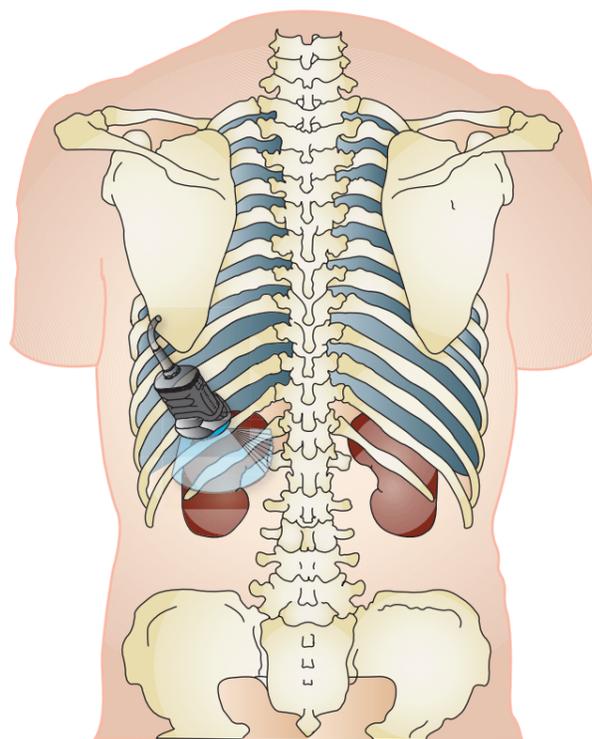


Fig. 36. ECOGRAFIA DEL RENE. APPROCCIO DORSALE O POSTERIORE. Scansione trasversale.

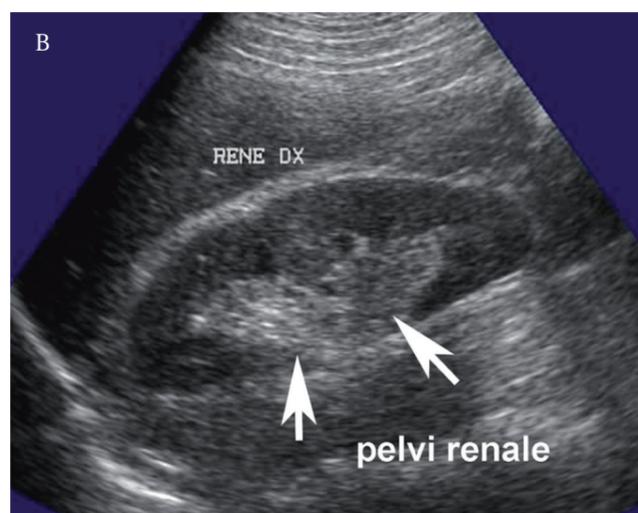
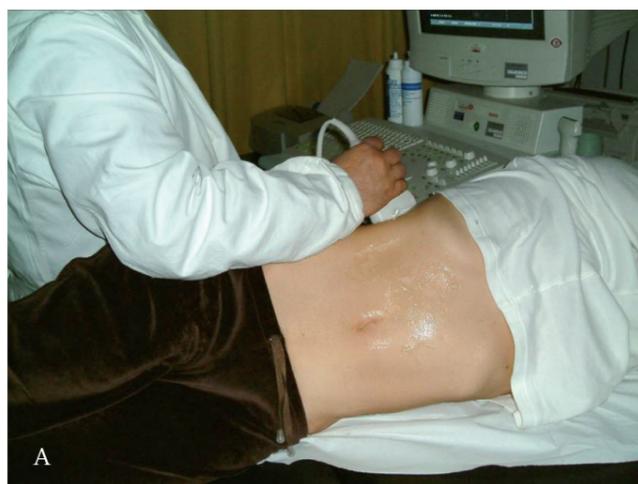


Fig. 37. ECOGRAFIA DEL RENE. APPROCCIO LOMBARE O CORONALE. Scansione longitudinale lungo la linea ascellare media con paziente in decubito laterale sinistro (A). Immagine coronale del rene (B).

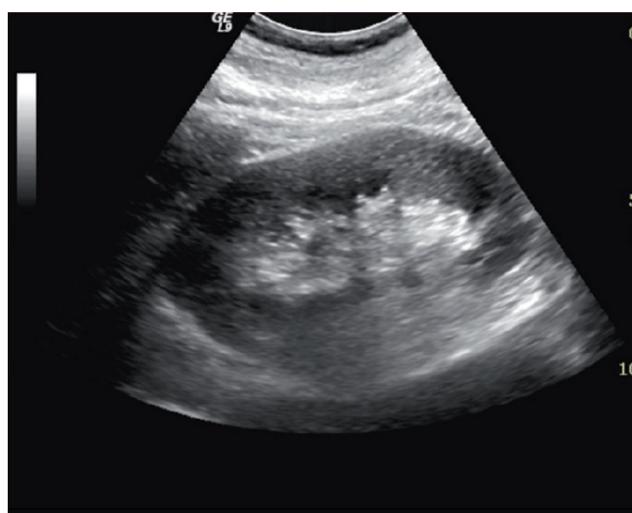
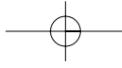


Fig. 38. ECOGRAFIA DEL RENE. APPROCCIO LOMBARE O CORONALE. Scansione coronale lungo la linea ascellare media con paziente in decubito supino (A). Immagine coronale del rene (B).

un'insonazione omogenea del rene (Fig. 37). L'interposizione delle coste e la scarsa apertura angolare delle sonde convex possono ostacolare la completa rappresentazione del polo superiore ed inferiore (Fig. 38). Nei casi difficili sarebbe auspicabile usare una sonda settoriale con un campo angolare esteso (sino a 100°), non sempre disponibile nel corredo di trasduttori dei sistemi ecografici dei reparti di medicina interna. La scansione coronale sulla linea ascellare medio-posteriore è la scansione più idonea per misurare correttamente ed in modo ripetibile il diametro bipolare e lo spessore cortico-midollare. Lo spessore va determinato a ridosso del polo inferiore o superiore. La sonda va disposta obliquamente in senso postero-anteriore e cranio-caudale con lo scopo di seguire idealmente la disposizione anatomica del rene in loggia lombare.

Struttura ecografica normale

Il rene normale è individuabile senza grandi difficoltà nella loggia lombare in quanto ha una ecogenicità assolutamente diversa rispetto al grasso circostante. Nelle *scansioni longitudinali anteriori e nelle scansioni coronali* il rene mostra una forma ellissoidale: un anello parenchimale periferico ipoecogeno circonda un complesso centrale iperecogeno con margini frastagliati, irregolari ed addentellati nel parenchima. La cornice parenchimale s'interrompe medialmente a livello dell'ilo in un punto dove il complesso centrale appare solcato da strutture anecogene più o meno delineate, tubuliformi e di vario diametro che da un lato penetrano nel rene e nella estremità opposta si perdono medialmente



verso il retroperitoneo mediano e i grandi vasi (Fig. 39). Nelle *scansioni trasversali* il rene ha un aspetto rotondeggiante: l'anello parenchimale è continuo in sede polare superiore ed inferiore e s'interrompe nel mesorene a livello dell'ilo. Nell'adulto normale, l'anello parenchimale è strutturato in due diverse regioni più o meno definite: 1) la *corticale*, finemente iperecogena, si affonda periodicamente in profondità verso il seno con i raggi midollari del Ferrin; 2) la *midollare*, finemente ipoecogena, è rappresentata da formazioni triangolari (le piramidi) con la base rivolta verso la capsula e l'apice verso il seno renale (Fig. 40). Il *complesso iperecogeno centrale* contiene tutte le strutture linfatiche, nervose, vascolari ed escretorie. I vasi sono ben riconoscibili apren-

do il box colore. La pelvi e le vie escretorie calico-pieliche sono riconoscibili in situazioni parafisiologiche (iperidratazione, gravidanza, ipotonia) o patologiche (idronefrosi). La scansione coronale è la più idonea per valutare il diametro longitudinale, il seno renale, il giunto pielo-ureterale ed il terzo prossimale dell'uretere. Le scansioni trasversali sono le più idonee per valutare la pelvi renale ed i vasi principali con le ramificazioni segmentarie. Tutte le scansioni, invece, offrono informazioni utili per valutare il disegno morfologico e l'ecogenicità parenchimale.

PARENCHIMA RENALE

Corticale. La corticale normale e le colonne del Bertin mostrano un'ecogenicità modestamente inferiore rispetto a quella del fegato e della milza e modestamente superiore rispetto a quella della midollare (Fig. 41).

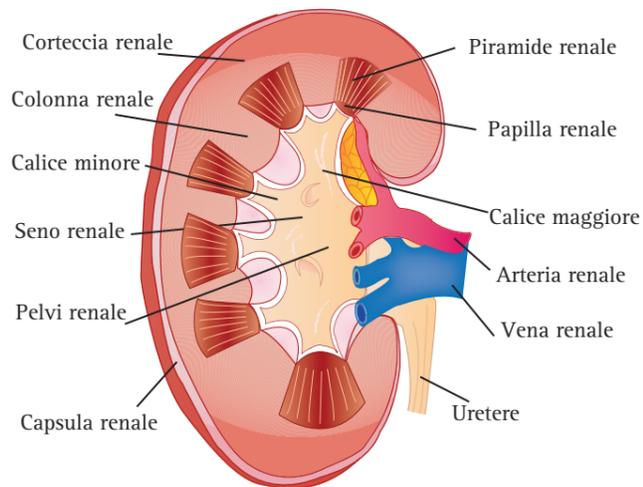


Fig. 39. MORFOSTRUTTURA DEL RENE NORMALE. Rene destro sezionato su piani diversi. Lo schema anatomico disegna l'organizzazione strutturale del seno renale e del parenchima.

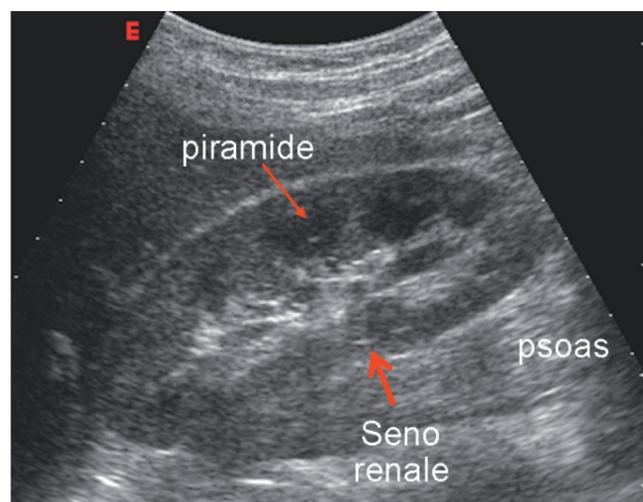


Fig. 40. DISEGNO DELLA CORTICALE E DELLA MIDOLLARE. Scansione coronale del rene con il disegno delle piramidi sovrastate dalla corticale e separate dai raggi midollari del Ferrin.

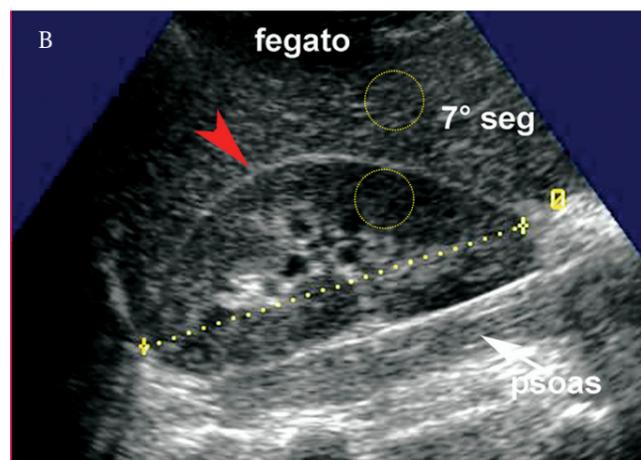
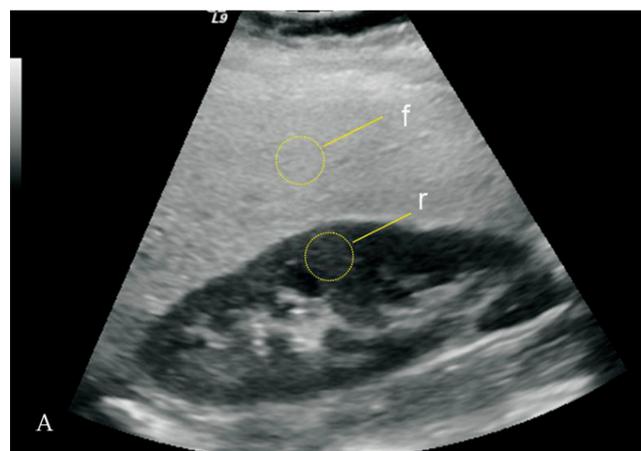
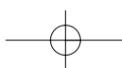


Fig. 41. STRUTTURA DELLA CORTICALE. La corticale normale e le colonne del Bertin mostrano un'ecogenicità modestamente inferiore rispetto a quella del fegato e della milza e modestamente superiore rispetto a quella della midollare. Nell'immagine viene comparata l'ecogenicità del parenchima epatico con quella del rene destro. (A) Fegato steatosico e rene normale. (B) Fegato e rene normali.



L'ecogenicità è un parametro veramente soggettivo che l'operatore deriva dalla comparazione della tessitura strutturale della corteccia renale con quella del fegato a destra e della milza a sinistra, assumendo che la struttura di questi organi sia normale⁽⁶⁾. Per questo, il giudizio sull'ecogenicità corticale può variare in base all'esperienza individuale, alla regolazione del sistema (guadagno, scala TGC, focalizzazione, *range* dinamico), ma anche in funzione della complessione fisica e dell'età del paziente, dello stato di idratazione e degli artefatti. Queste considerazioni suggeriscono che l'ecogenicità non è un parametro che può caratterizzare con certezza una parenchimopatia diffusa⁽⁷⁾. Certo è che se l'ecogenicità della corticale è superiore a quella del fegato si può ragionevolmente ritenere di essere in presenza di una malattia parenchimale. Queste conclusioni, pubblicate negli anni '80 del secolo scorso, sono tuttora valide nonostante gli avanzamenti tecnologici ed il miglioramento della risoluzione spaziale degli strumenti digitali. Oltretutto, come ripetutamente detto in altri capitoli, l'ecografia B-Mode ha un difetto intrinseco ineliminabile, cioè un rapporto segnale/rumore sfavorevole. Il rumore di fondo altera la tessitura strutturale degli organi omogenei conferendo a parenchimi diversi per funzione e struttura una granulosità diffusa ed irregolare (*speckle*) che non agevola la diagnosi differenziale.

Midollare. Le piramidi renali, intercalate dalle colonne del Bertin, sono meno ecogene rispetto alla corticale e si presentano come formazioni ovoidali talora striate, distribuite lungo il profilo esterno del seno renale (Fig. 42). L'aspetto ipo-aneecogeno in alcune scansioni può confonderle con microcisti o diverticoli caliceali. Nei pazienti anziani ed arteriosclerotici, le arterie arciformi ed interlobari possono presentarsi come sottili foci o strie iperecogene a livello della giunzione corticomidollare e sui margini delle piramidi e non vanno confuse con microcalcoli o fibrocalcificazioni midollari^(8, 9). La loro natura può essere facil-

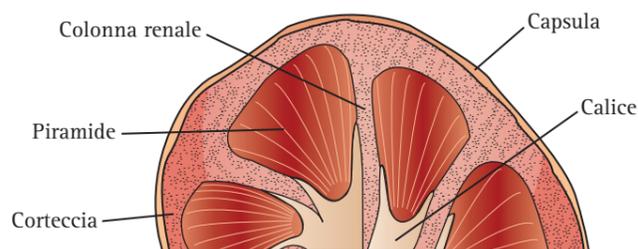


Fig. 42. STRUTTURA DELLA MIDOLLARE. Schema anatomico della corticale, delle piramidi e delle colonne di Bertin.

mente confermata con il color Doppler. Occasionalmente, piccoli foci iperecogeni, definiti "Unidentified Bright Objects" (UBO's), possono essere riscontrati nel contesto del parenchima corticale e midollare. Questi "spot" iperecogeni si accompagnano frequentemente ad artefatti di riverberazione, mentre il cono acustico posteriore è di solito assente. Le possibili cause degli UBO's possono essere piccoli foci litiasici a livello dell'apice della papilla (corpi di Randall), microcisti, piccoli diverticoli caliceali con parete calcifica o latte calcico luminale, piccoli angiomiolipomi o fibrocalcificazioni delle arteriole⁽¹⁰⁾. Il margine fra le piramidi e la corticale è in genere ben definito, ma in presenza di malattie infiammatorie diffuse (glomerulonefriti rapidamente evolutive, crioglobulinemia, vasculiti), edema (glomerulonefrite membranosa, malattia a lesioni minime, quadri di IRA parenchimale) (Fig. 43), diabete o infiltrazione (mieloma, linfoma) (Fig. 44) questa differenziazione corticomidollare scompare (vasculiti) o in alcuni casi si accentua (glomerulonefrite membranosa, IRA da cause parenchimali)⁽³⁾. La differenza strutturale fra cortecce e midollare si osserva con più facilità nel trapianto renale dove il disegno strutturale del rene è molto più evidente a causa della superficialità dell'organo che consente l'uso di sonde a risoluzione più elevata (Fig. 45).

Spessore corticomidollare. Il parenchima tende ad assottigliarsi progressivamente con l'età⁽¹¹⁾, ma quest'impressione è legata almeno in parte alla sclerolipomatosi, ossia all'aumento del contenuto di grasso del

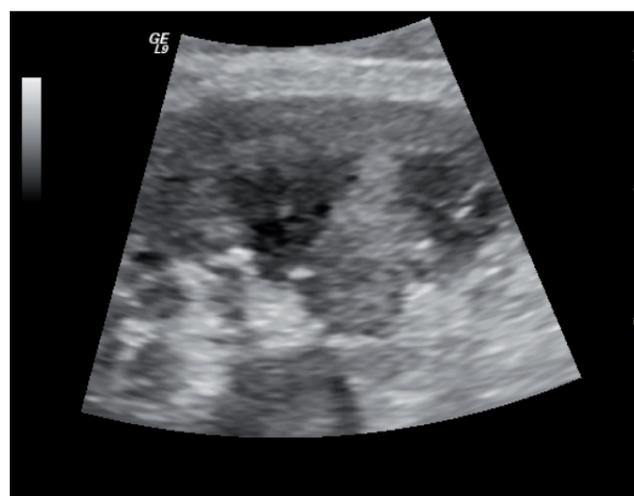


Fig. 43. STRUTTURA DELLA MIDOLLARE. Le piramidi renali, intercalate dalle colonne del Bertin, sono meno ecogene rispetto alla corticale e si presentano come formazioni ovoidali talora striate, distribuite lungo il profilo esterno del seno renale. L'immagine presenta l'aspetto (*zooming*) delle piramidi in un caso di insufficienza renale acuta da intossicazione da anticriptogamici.

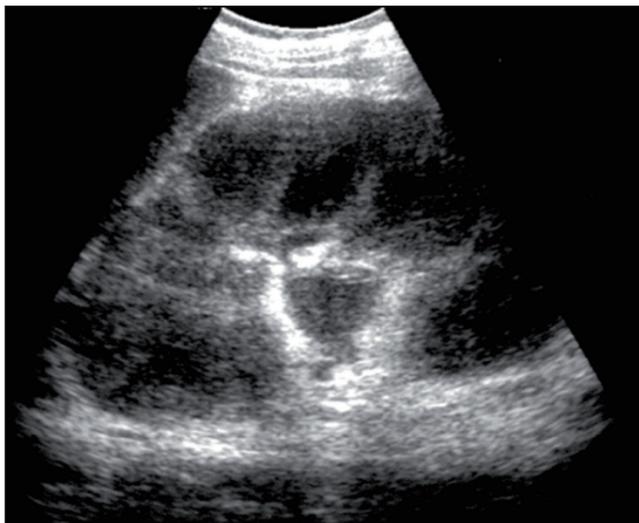
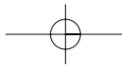


Fig. 44. STRUTTURA DELLA MIDOLLARE. Il margine e la differenziazione fra le piramidi e la corticale sono in genere ben definiti, ma nelle malattie infiammatorie diffuse, nel diabete o nelle patologie infiltrative la differenziazione scompare o, meno frequentemente, si accentua. L'immagine si riferisce ad un caso di linfoma renale diffuso e mostra un sovvertimento completo del disegno corticomidollare con presenza di grossolane formazioni ipoecogene che dalla midollare si estendono a cartografia nella corticale.

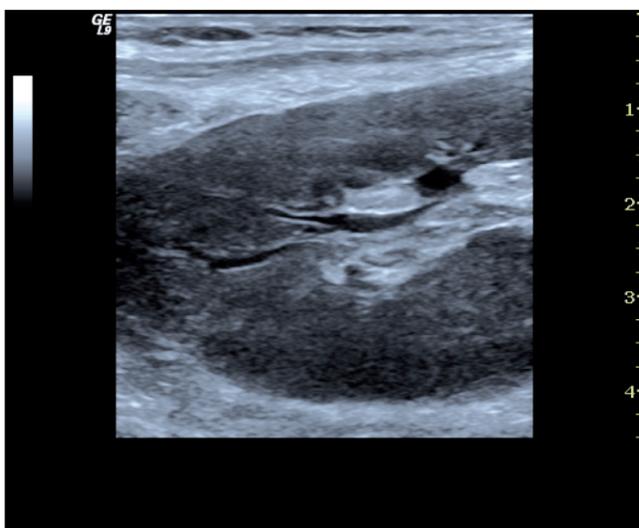


Fig. 45. DISEGNO STRUTTURALE DELLA CORTICALE E DELLA MIDOLLARE NEL TRAPIANTO. Nel trapianto renale, l'uso di sonde ad alta risoluzione consente di delineare con particolare chiarezza la struttura della corticale e della midollare.

seno renale. Questo comporta che l'assottigliamento dello spessore corticomidollare nell'anziano si accompagna ad una minore o, se non altro, meno evidente riduzione del diametro longitudinale, poiché l'atrofia parenchimale si associa ad un aumento del grasso del seno. I valori normali dello spessore corticomidollare non sono mai stati pubblicati, ma alcuni autori suggeriscono che uno spessore <15 mm è indicativo di assotti-

gliamento parenchimale^(12, 13). La misura dello spessore corticomidollare lungo il profilo del rene è utile per la diagnosi differenziale delle cicatrici secondarie ad episodi infantili di pielonefrite, ad infarti segmentali ed a nefropatie interstiziali da reflusso asettico e sarà oggetto di un successivo paragrafo.

SENO RENALE E SISTEMA COLLETORE

Seno renale. Nel rene adulto il seno renale o *complesso iperecogeno centrale* appare come un'area iperecogena irregolare e frastagliata che occupa la porzione centrale del rene. La marcata iperecogenicità è legata alla presenza di grasso ed alle numerose interfacce strutturali che questo crea circondando i vasi arteriosi, venosi, linfatici, i nervi ed il sistema dei calici maggiori e minori. La quantità di tessuto fibroadiposo o grasso bruno presente nella pelvi renale è molto variabile. Quando la quantità di tessuto adiposo del seno aumenta, la pelvi renale viene compressa e gli infundiboli caliceali vengono allungati e stirati, mentre i margini del complesso iperecogeno centrale diventano lisci e regolari. Questo quadro configura la *sclerolipomatosi del seno*. L'obesità, l'uso di steroidi e l'età avanzata sono le condizioni cliniche che più frequentemente si associano a sclerolipomatosi⁽¹⁴⁾ (**Fig. 46**). Raramente, nei soggetti giovani il tessuto fibroadiposo del seno può mostrare un'ecogenicità medio-bassa e simulare un urotelioma della pelvi, un'idronefrosi, un grappolo di cisti parapieliche o un'ectasia dei vasi venosi. Anche gli esiti cicatriziali di un'infezione cronica, soprattutto se associata a litiasi, possono simulare una lipomatosi asimmetrica del seno. L'apertura del

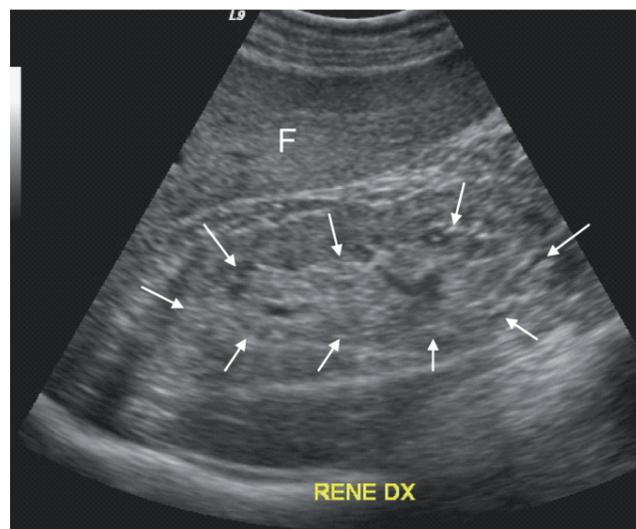


Fig. 46. SCLEROLIPOMATOSI DEL SENO. Sclerolipomatosi in rene terminale da malattia ischemica nefroangiosclerotica. F = fegato.



box colore e la dimostrazione di flusso venoso consente la diagnosi differenziale dalle ectasie venose. L'assenza di comunicazione fra le lacune cistiche è dirimente nella diagnosi differenziale fra idronefrosi e grappolo di cisti parapieliche. In questi casi, non sempre l'ecografia è dirimente in senso assoluto, per cui è talora necessario ricorrere alla TC che discrimina con estrema sicurezza la densità radiologica del tessuto adiposo rispetto a quella dei tessuti neoformati e delle cisti parapieliche. Negli stati cachettici, al contrario, la quantità di grasso presente nel seno renale si riduce fortemente, mentre nel neonato e nella prima infanzia il grasso è pressoché assente. In un paziente non cachettico, l'assenza o la scarsa evidenza di echi sinusali deve indurre al sospetto di edema o infiltrazione tumorale ed alla diagnosi differenziale.

In molti soggetti normali è possibile distinguere nel seno le principali ramificazioni del sistema collettore e dei grandi vasi arteriosi e venosi. Nei pazienti disidratati o che non assumono liquidi da un certo periodo di tempo (soggetti a digiuno protratto) il sistema collettore intrasinusale non è comunemente visibile. Viceversa, nei soggetti iperidratati ed a vescica piena, la pelvi renale ed i calici principali tendono a disegnarsi nel contesto del seno come piccoli canalicoli intercomunicanti⁽¹⁵⁾. Se l'evidenza del sistema pieloescretore è tale da porre il sospetto diagnostico di idronefrosi, il paziente va necessariamente controllato dopo svuotamento della vescica e nuovamente dopo il riempimento della vescica.

Fra la 12^a e la 20^a settimana di gestazione è molto comune una modesta distensione della pelvi renale e dei calici maggiori⁽¹⁶⁾ che nel 75% dei casi interessa il rene destro ed in una percentuale minore il rene sinistro. Intorno alla 36^a settimana di gestazione la dilatazione aumenta e diventa evidente nel 60-70% delle gestanti. La dilatazione scompare rapidamente entro 48 ore dal parto, anche se in alcune puerpere una modesta evidenza del sistema pieloescretore tende a persistere per un certo periodo^(16, 17). Le cause che portano alla dilatazione del sistema pielo-escretore in gravidanza sono ancora oggetto di dibattito, ma vi concorrono sicuramente diversi fattori come il tono ormonale, la compressione meccanica dell'utero, l'aumento della portata ematica renale e l'iperfiltrazione renale⁽¹⁷⁾. La pelvi ed i calici maggiori e minori, oltre che per iperidratazione, replezione vescicale e gravidanza, possono disegnarsi in condizioni fisiologiche per abuso di antispastici, di diuretici, per ipotonia congenita dello strato elasto-muscolare o per un'impronta del sistema escretore da parte di vasi anomali.

VIE URINARIE E PROSTATA

Uretere e vescica. In condizioni normali le pareti dell'uretere sono collabite ed il lume è virtuale, per cui nel retroperitoneo è veramente impossibile riconoscere l'uretere lombare e pelvico, mascherato dall'intestino sovrastante. Il tratto giuntale e sottogiuntale dell'uretere può essere invece valutato nelle scansioni coronali sul seno renale usando il rene come finestra anatomica. In presenza di dilatazione, l'uretere lombare va ricercato con scansioni longitudinali lungo la linea paramediana destra e sinistra, usando come guida anatomica il margine mediale del muscolo psoas, la vena cava inferiore a destra e l'aorta a sinistra. Le scansioni coronali sulla cava e sull'aorta vanno eseguite con il paziente in decubito laterale opposto al lato di studio, in modo da dislocare l'intestino tenue ed in parte il contenuto colico. Il punto in cui l'uretere penetra nel bacino corrisponde all'incrocio con i vasi iliaci comuni. Questo è un punto che bisogna indagare ogni qual volta si sospetta una dilatazione ureterale. Il vero tratto "buio" dell'uretere è il tratto pelvico, dove questi decorre a ridosso delle vertebre lombari e sacrali descrivendo una curva aperta anteriormente, prima di raggiungere il tratto intramurale (Fig. 47).

La vescica va studiata in media replezione per evitare al paziente il feroce fastidio dell'urgenza minzionale. Il riempimento vescicale si ottiene chiedendo di assumere ½ -1 litro di H₂O, 1-2 ore prima dell'esecuzione dell'esame, senza urinare. L'idratazione va consigliata con cautela ai pazienti con scompenso cardiaco

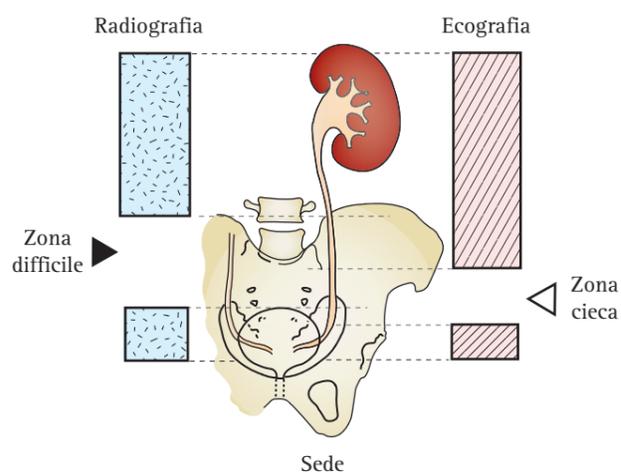


Fig. 47. ANATOMIA ECOGRAFICA DELL'URETERE. In condizioni normali le pareti dell'uretere sono collabite ed il lume è virtuale, per cui l'uretere diventa visibile solo in presenza di ureteronefrosi. In ecografia, il vero tratto "buio" dell'uretere è il tratto pelvico, dove questi decorre a ridosso delle vertebre lombari e sacrali descrivendo una curva aperta anteriormente, prima di raggiungere il tratto intramurale.



congestizio o con CKD di 4°-5° stadio. In queste situazioni è sufficiente consigliare di non urinare per 4-5 ore prima dell'esame. In situazioni particolari può essere necessario riempire forzatamente la vescica con cateterismo ed infusione di soluzione fisiologica sterile.

La vescica ripiena ha pareti lisce e regolari, forma rotondeggiante, simmetrica ed occupa la parte centrale dello scavo pelvico⁽¹⁸⁾. In condizioni normali l'urina è anecogena e causa un marcato rinforzo di parete posteriore che maschera le strutture anatomiche dello scavo ed impone la regolazione del TGC e del guadagno generale. Nelle scansioni trasversali la vescica ha una forma ovoidale nel maschio, mentre nella donna ha una forma quadrangolare, più piatta, con netta prevalenza del diametro trasversale (Fig. 48). Nelle scansioni longitudinali vengono ben rappresentate la parete posteriore, il trigono e la regione retrotrigonale del bassofondo. La parete posteriore è in stretto rapporto con il collo dell'utero e la parte alta del canale vaginale nella donna (Fig. 49) e con il retto-sigma, la base prostatica e le vescicole seminali nel maschio. Gli sbocchi ureterali, virtuali e non beanti, sono ben evidenti nelle

scansioni trasversali ed oblique sul bassofondo vescicale ai lati del trigono e solo raramente mostrano una modesta protrusione nel lume vescicale. In condizioni normali, l'apertura del box colore sull'orifizio ureterale consente di osservare l'arrivo del bolo urinario che incrocia sull'area trigonale da destra e da sinistra. Il fenomeno del jet ureterale, o *jet phenomenon*, è artefattuale e deriva dal movimento dell'urina che viene riversata violentemente in vescica dalla peristalsi ureterale con una pressione che raggiunge i 60 cm H₂O (Fig. 50). Il fenomeno ha una ritmicità ed una durata ben valutabili (in genere 3-6 *jet* al minuto di durata media di 5-6 secondi). Il fenomeno non è sincrono e simmetrico fra i due lati ed il numero e la durata si riducono nelle stenosi intramurali e nelle condizioni di idronefrosi più o meno completa^(19, 20).

Il collo vescicale ed il meato uretrale interno sono riconoscibili come una modesta depressione situata nella parte anteriore del bassofondo vescicale. L'anatomia del collo vescicale e del meato è di difficile definizione sia nel maschio dove forma una struttura unica con il corpo della prostata, sia nella donna ove si confonde con il tratto

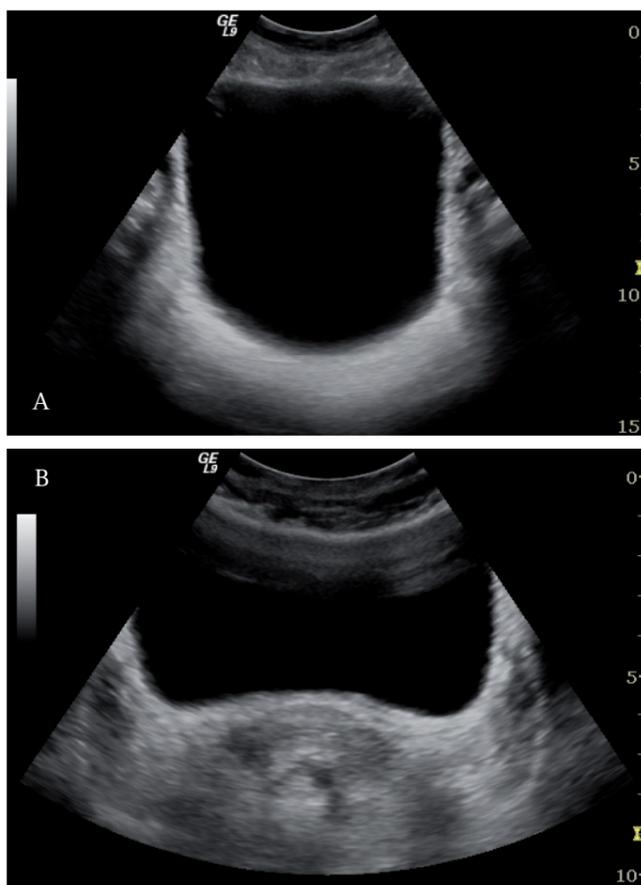


Fig. 48. ANATOMIA ECOGRAFICA DELLA VESCICA. Vescica repleta maschile (A) e femminile (B). Nelle scansioni trasversali la vescica ha forma ovoidale nel maschio e quadrangolare nella donna.

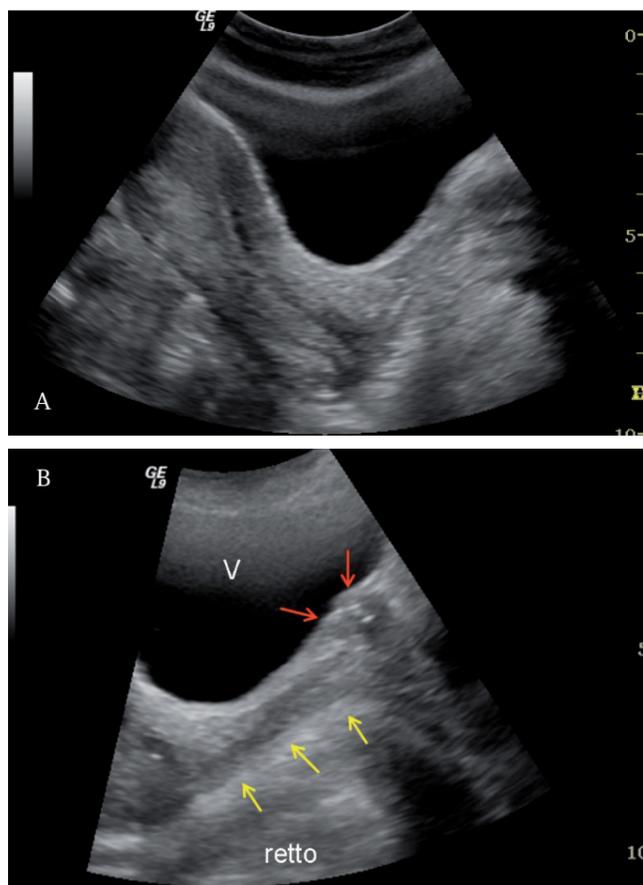


Fig. 49. ANATOMIA ECOGRAFICA DELLO SCAVO PELVICO. Scansione sagittale scavo pelvico femminile (A, B) V = vescica; frecce rosse = collo vescicale ed orifizio uretrale interno; frecce gialle = canale vaginale.



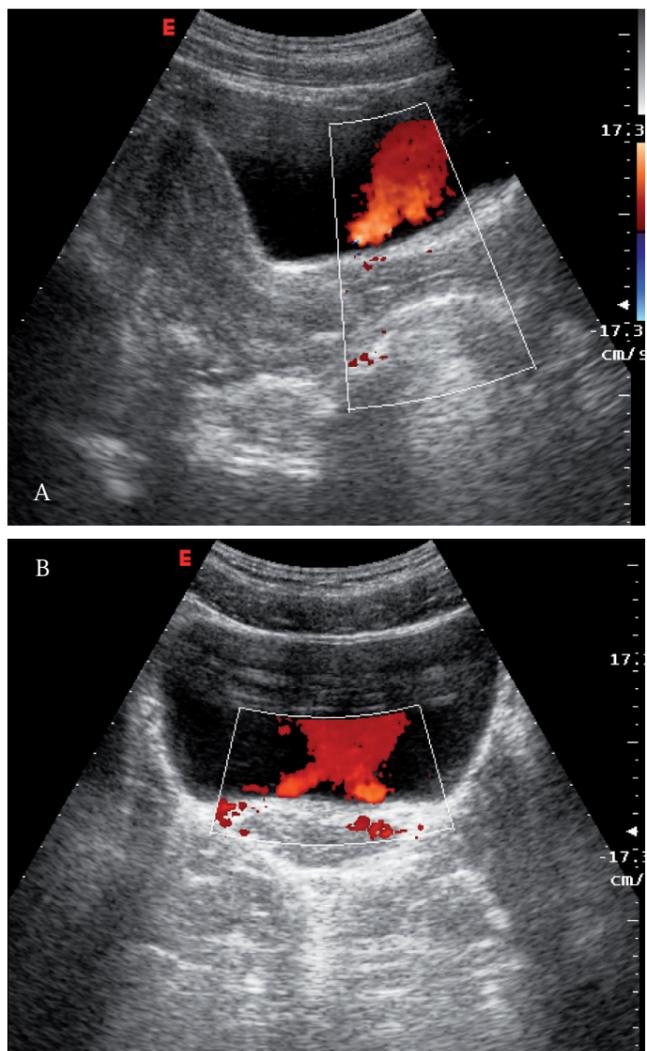


Fig. 50. JET URETERALE. In condizioni normali, l'apertura del box colore sull'orifizio ureterale consente di osservare l'arrivo del bolo urinario in vescica. Il fenomeno del jet ureterale o *jet phenomenon* è artefattuale e deriva dal movimento dell'urina che viene riversata violentemente in vescica dalla peristalsi ureterale (A). Il jet ureterale incrocia sull'area trigonale da destra e da sinistra (B).

prossimale dell'uretra al davanti del canale vaginale. Il meato è più evidente nelle scansioni sagittali durante una manovra di torchio addominale. Il collo è rivestito da una mucosa più spessa rispetto all'area trigonale sovrastante ed è in continuità con un esile strato ipoecogeno, muscolare, che corrisponde allo sfintere interno e striato ed alla muscolatura dell'uretra posteriore.

Prostata. In scansione trasversale sovrapubica la prostata ha la forma di una "castagna" rovesciata, con la base strettamente adesa al collo vescicale e l'apice rivolto verso il pavimento urogenitale. In questa scansione non è possibile valutare la struttura parenchimale e le varie zone anatomo-funzionali^(21, 22) (Fig. 51). Il volume,

determinato per via sovrapubica con la formula dell'elissoide moltiplicando i tre diametri per una costante (variabile da 0.49 a 0.53), mostra una buona accuratezza e l'errore interpersonale riportato non supera il 10%, per cui è assolutamente accettabile nella pratica clinica. La ghiandola centrale periuretrale, per la sua struttura prevalentemente stromale (zona di transizione) e scarsamente ghiandolare (zona centrale), è più ipoecogena rispetto alle porzioni laterali periferiche. In questa sede si sviluppano i noduli di ipertrofia che spesso sono asimmetrici, frammistici a calcificazioni isolate o a spruzzo ed a cisti da ritenzione.

Le vescicole seminali, disposte su un piano più craniale rispetto alla base della prostata, appaiono come due piccole propaggini ipoecogene pluriloculate ai lati di quest'ultima. In scansione sagittale i rapporti fra prostata, ampolle e vescicole seminali diventano più definiti.

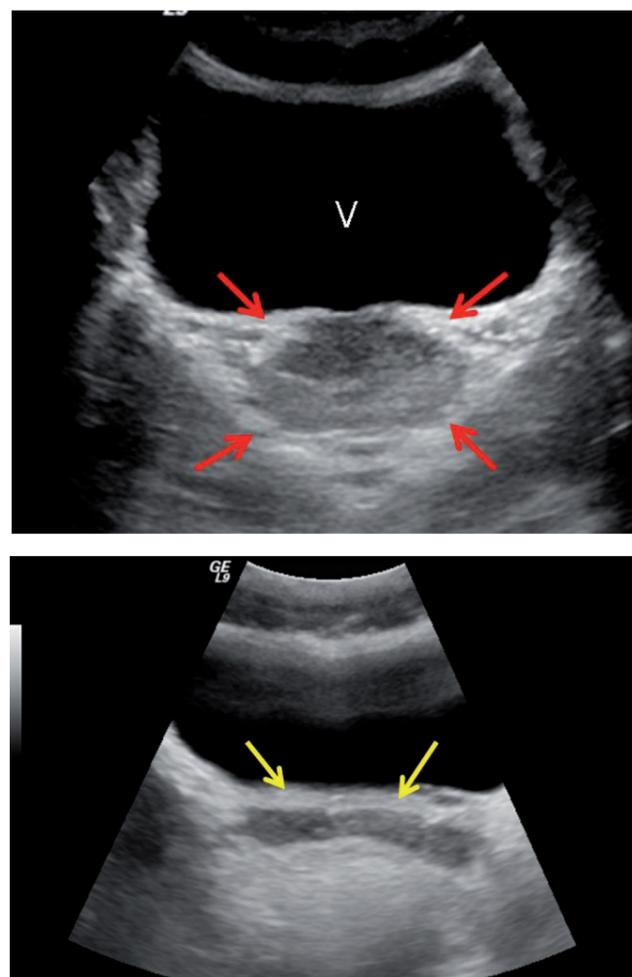
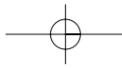


Fig. 51. PROSTATA NORMALE. La prostata normale ha la forma di una "castagna" rovesciata, con la base strettamente adesa al collo vescicale e l'apice rivolto verso il pavimento urogenitale (A). In (B) le vescicole seminali appaiono come due piccole propaggini ipoecogene pluriloculate ai lati della prostata.



Morfometria e misurazioni

Nell'uomo adulto, il diametro longitudinale del rene misura circa 11 cm ed il peso varia fra 120 e 170 grammi. Per ottenere una misurazione ripetibile e credibile del diametro longitudinale e ridurre le variazioni intraosservatore ed interosservatore è indispensabile conoscere con esattezza la proiezione dell'asse longitudinale del rene nei vari piani dello spazio.

Proiezione dell'asse longitudinale del rene. Sul piano *sagittale*, l'asse maggiore del rene, ossia il diametro bipolare, diverge fortemente in senso cranio-caudale. Sul *piano laterale o coronale* l'asse lungo è obliquo da dietro in avanti in senso dorsoventrale. Nella loggia lombare, il rene è adagiato sui muscoli psoas e quadrato dei lombi e segue l'andamento armonioso delle curve del rachide che a questo livello passa dalla cifosi dorsale alla lordosi lombare. Sul *piano assiale*, l'asse trasverso converge ventralmente verso la linea mediana (Fig. 52). Infatti, nell'adulto la pelvi è ruotata anteriormente di circa 90° a causa della rotazione anteromediale che il rene subisce in fase embrionale durante la risalita verso la parte alta del retroperitoneo (Fig. 53). Considerata la posizione del rene nella fossa lombare, nella gran parte degli individui il piano di scansione più idoneo per misurare il diametro longitudinale è quello *longitudinale lungo la linea ascellare medio-posteriore, con paziente in decubito supino*. La sonda deve inoltre essere mantenuta *inclinata di circa 10°-20° da dietro in avanti* per cogliere l'andamento dell'asse lungo sul piano coronale e la naturale anterotazione del seno renale. La scansione longitudinale coronale del rene, in genere, è parallela al muscolo psoas, per cui consente di disegnare sia il seno renale sia il tratto iniziale dell'uretere con un lieve basculamento della sonda. Questa scansione può essere difficoltosa nei pazienti con rene ptosico, ectopico, malrotato o nei pazienti obesi, con cicatrici e scoliosi dorsale. Per visualizzare nel miglior

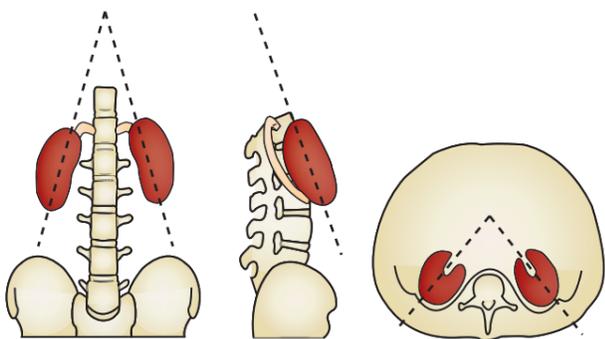


Fig. 52. PROIEZIONI DELL'ASSE LONGITUDINALE DEL RENE NEI TRE PIANI DELLO SPAZIO.

modo possibile il polo superiore è opportuno che il paziente incroci le braccia dietro la nuca ed esegua una profonda inspirazione in modo da spostare il rene in basso, al di fuori del margine inferiore dell'arcata costale.

Misurazioni renali. Per misurare accuratamente il diametro o asse lungo del rene, bisogna che l'operatore abbia una grande familiarità con l'ecografia e sappia rappresentare il polo superiore ed inferiore del rene nella scansione coronale. Il *diametro longitudinale del rene* va misurato nella *scansione coronale lungo la linea ascellare medio-posteriore nel punto dove l'anello parenchimale periferico viene interrotto dal complesso iperecogeno centrale* e si delineano il labbro superiore ed inferiore dell'ilo renale.

- La misura del **diametro longitudinale** dovrebbe essere riportata in tutti i referti di ecografia addominale, così come la descrizione del disegno strutturale del parenchima e del seno renale. La malattia cronica del rene di origine glomerulare, tubulo-interstiziale o vascolare causa una progressiva ed irreversibile perdita di nefroni e di massa renale ben documentabile con la misurazione del diametro longitudinale del rene. Tuttavia, non esiste una correlazione lineare fra andamento della creatinina sierica e diametro longitudinale del rene. Infatti un rene globoso, aumentato di volume, ipoecogeno, con piramidi nette e ben stagliate fra le colonne del Bertin può caratterizzare varie patologie renali accompagnate da insufficienza renale: malattie infiammatorie (vasculiti, crioglobulinemia), infiltrative (mieloma), degenerative (diabete) e vascolari (trombosi della vena renale). Il **diametro medio longitudinale del rene nel maschio adulto è di 11.2 cm a sinistra e 10.9 cm a destra**⁽²³⁾ (Fig. 54a, b). La deviazione standard del

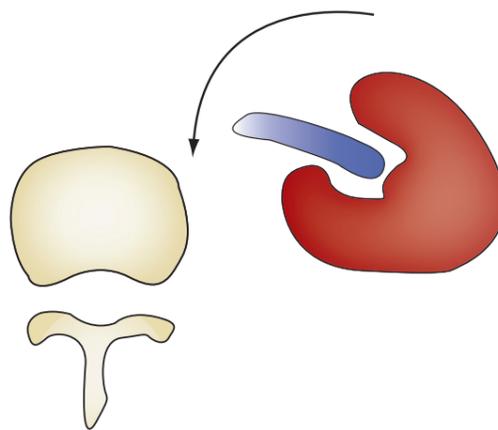
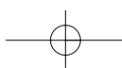
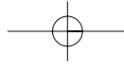


Fig. 53. ANTEROTAZIONE FISIOLGICA DELLA PELVI SULL'ASSE TRASVERSALE. Nell'adulto la pelvi è anterotata di circa 90° per la rotazione anteromediale che il rene subisce in fase embrionale durante la risalita verso la parte alta del retroperitoneo.





rene normale dell'adulto è approssimativamente di 12-13 mm nel diametro longitudinale, 5 mm nel diametro anteroposteriore e 7 mm nel diametro trasverso⁽²⁴⁾ (Fig. 55). La misurazione del diametro longitudi-

nale nelle scansioni anteriori può risultare erronea ed imprecisa a causa della proiezione dell'asse longitudinale e della conformazione del rene ad ellissoide irregolare. Come mostrato nella (Fig. 56), la misurazione del diametro può introdurre importanti errori se il piano di scansione non corrisponde alla proiezione spaziale dell'asse longitudinale.

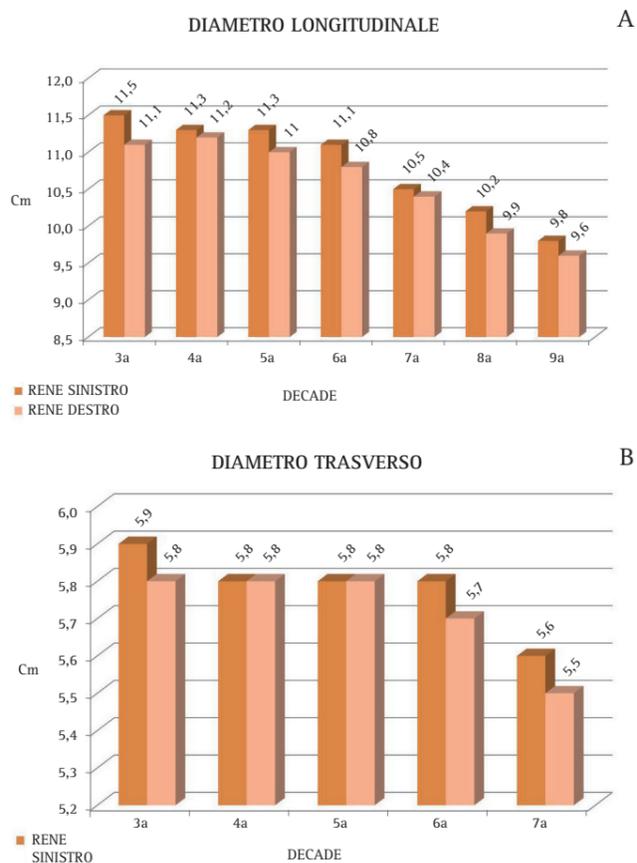


Fig. 54a, b. MISURAZIONE DEL DIAMETRO LONGITUDINALE E DELLO SPESSORE O DIAMETRO ANTEROPOSTERIORE DEL RENE ADULTO. Modificato da: Emamian SA et al. *Kidney dimensions at sonography: correlation with age, sex and habits in 665 adult volunteers*. AJR 1993; 160:83-86.

- La variabilità interpersonale del diametro longitudinale in età pediatrica è di 1 cm (circa il 10%) nel 95% dei casi⁽²⁵⁾. Le variazioni interosservatore ed intraosservatore del diametro longitudinale nell'adulto sono proporzionalmente superiori. La variabilità interpersonale riportata è di circa 1.85 cm nel 95% dei casi⁽²⁶⁾. In realtà, il diametro longitudinale può essere facilmente e rapidamente misurato con differenze interpersonali fra operatori di uno stesso laboratorio <11-12 mm (pari a circa il 10% del diametro) standardizzando la scansione ed il metodo di misurazione. In base a queste considerazioni, nella pratica clinica bisogna parlare di asimmetria renale vera quando la differenza di diametro fra i due reni è >2 cm. La lieve asimmetria fisiologica fra rene destro e sinistro è stata spiegata in vario modo. Una possibile spiegazione è che a sinistra la milza offre un ingombro anatomico meno importante rispetto al fegato per cui il rene sinistro ha fisicamente più spazio per accrescersi. Una seconda spiegazione è che l'arteria renale di sinistra, più corta di quella di destra, fornisce un flusso più diretto che potrebbe giustificare questa lieve asimmetria. Il diametro longitudinale misurato con l'ecografia è <1-1.5 cm rispetto a quel-

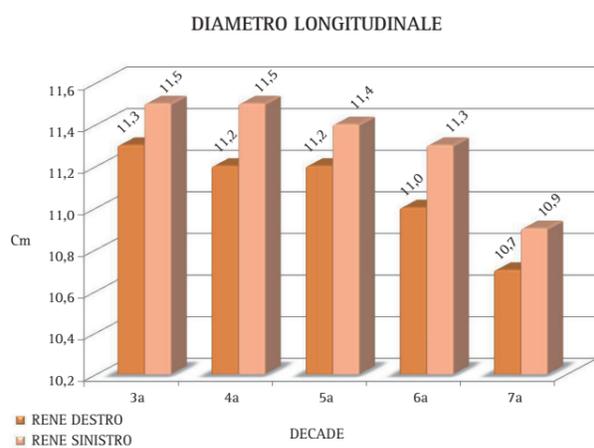


Fig. 55. MISURAZIONE DEL DIAMETRO LONGITUDINALE DEL RENE ADULTO. Modificato da: Brandt TD et al. *Ultrasound assessment of normal renal dimensions*. J Ultrasound Med 1982; 1: 49-52.

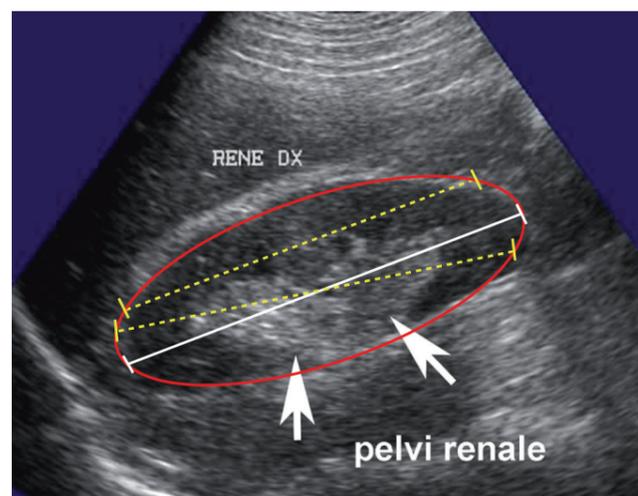
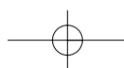
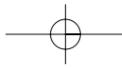


Fig. 56. MISURAZIONE DEL DIAMETRO LONGITUDINALE. Nelle scansioni anteriori la misurazione del diametro longitudinale può risultare erronea ed imprecisa a causa della proiezione dell'asse longitudinale e della conformazione del rene ad ellissoide irregolare. La misurazione del diametro può introdurre importanti errori se il piano di scansione non corrisponde alla proiezione spaziale dell'asse longitudinale.





lo calcolato con l'urografia endovenosa a causa dell'ingrandimento radiologico dell'ombra renale e dell'effetto osmotico del mezzo di contrasto.

- Nel rene dell'adulto, come nel rene pediatrico, esiste una precisa relazione fra diametro longitudinale, misure antropometriche e complessione individuale (longilineo, brachitipo, normotipo)⁽²⁴⁾. Il diametro del rene varia inoltre con l'età del paziente, il sesso, la razza e lo stato di idratazione. Il rene tende ad essere più grande e voluminoso nel maschio rispetto alla femmina, nei soggetti con una superficie corporea >1.72 m² mentre perde progressivamente volume dopo i sessanta anni⁽²⁸⁾.
- Il calcolo del *volume geometrico del rene* è di scarso significato e in genere non viene richiesto nella routine clinica. Il volume viene calcolato usando la formula dell'ellissoide, ossia moltiplicando il diametro longitudinale coronale *L*, il diametro antero-posteriore *AP*, ed il diametro trasverso *TR*, per una costante, il cui valore (circa 0.5) è ancora oggetto di discussione e quindi: $V = \sim 0.49 \times \emptyset L \times \emptyset TR, \times \emptyset AP$ ^(29, 30).
- *L'ecografia 3D* porterà sicuramente ad una stima più veritiera del volume e, in futuro, diverrà il metodo di riferimento⁽³¹⁾. È chiaro che l'acquisizione volumetrica 3D fornisce una valutazione più precisa rispetto alle misurazioni planimetriche ed al calcolo del volume con la formula dell'ellissoide, ma allo stato attuale è ancora scarsamente considerata nella pratica clinica.
- La misurazione dei diametri e del volume renale può essere integrata con la misurazione dello spessore corticale e dello spessore corticomidollare. Lo spessore corticale misura la distanza fra capsula e porzione più esterna delle piramidi nei punti dove la corticale è chiaramente distinguibile dalla midollare. Lo spessore corticale va chiaramente distinto dallo spessore corticomidollare che misura lo spessore completo dell'anello parenchimale, ossia la distanza fra la capsula e il margine esterno delle creste iperecogene del seno che corrispondono ai fornici delle papille (Fig. 57a, b). Lo spessore corticomidollare è più facile da determinare e corrisponde meglio allo spessore parenchimale derivato dall'urografia ove viene misurato calcolando la distanza fra una linea convessa tracciata lungo il profilo dei calici ed il profilo renale. Nel paziente adulto sano, a causa della variabilità delle dimensioni del rene e dello spessore parenchimale, è veramente difficile stabilire i limiti superiori ed inferiori dello spessore corticale e corticomidollare. Sicuro è che entrambe queste misurazioni tendono a ridur-

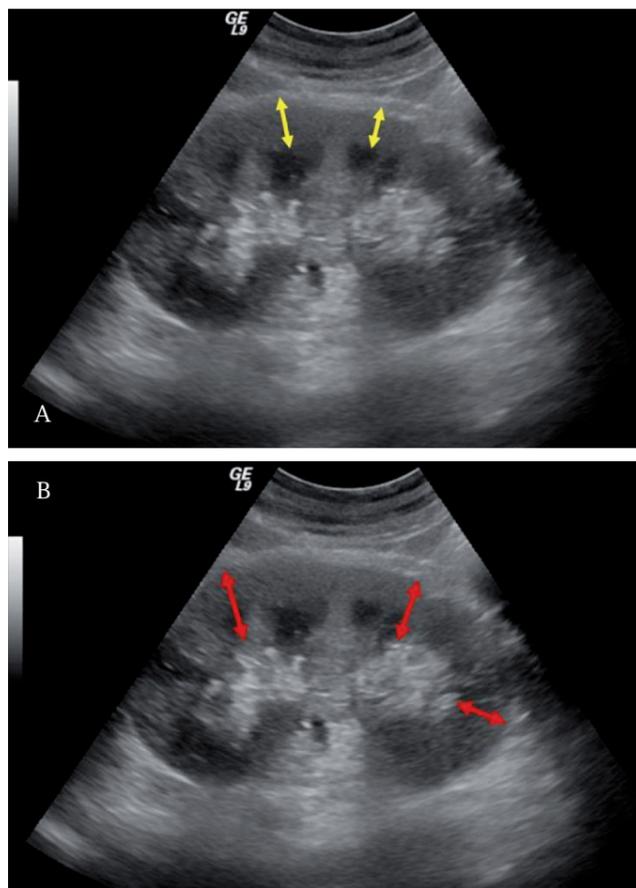
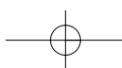


Fig. 57a, b. MISURAZIONE DELLO SPESSORE CORTICALE E CORTICOMIDOLLARE. Lo spessore corticale (A) va chiaramente distinto dallo spessore corticomidollare (B) che misura lo spessore completo dell'anello parenchimale, ossia la distanza fra la capsula e il margine esterno delle creste iperecogene del seno che corrispondono ai fornici delle papille.

si nei pazienti con CKD, sebbene la sovrapposizione fra i valori dei pazienti normali e patologici sia piuttosto significativa⁽¹²⁾. In linea generale, lo spessore corticale sopra le piramidi è >1 cm. Questa misura mostra il grado più alto di variabilità interosservatore ed intraosservatore quando viene comparata con altre misurazioni del rene normale⁽³²⁾. Nel bilancio prebiottico è molto utile la misurazione dello spessore corticomidollare misurato a ridosso della colonna mesorenale del polo superiore ed inferiore⁽¹²⁾. Non esistono studi di validazione su questa misurazione, ma solo segnalazioni in vari lavori. L'esperienza personale derivata dall'esecuzione di più di 1500 biopsie renali indica che uno spessore corticomidollare <13 mm è una controindicazione assoluta alla biopsia renale, così come un diametro longitudinale <9 cm⁽¹³⁾. Tutte le considerazioni riportate indicano che fra le misurazioni possibili del rene, la misura più semplice e documentata, ma anche più appropriata da un punto di vista clinico, è proprio il diametro longitudinale.



- I reni non sono fissi nella loggia lombare, ma con il respiro mostrano un'elevata mobilità preternaturale. In ispirazione, la contrazione del pilastro lombocostale del diaframma trascina in basso i reni per circa 2-3 cm, cioè lo spazio di un corpo vertebrale. La mobilità dei reni può essere valutata segnando con una matita dermatografica sulla parete dorsale il punto d'intersezione fra la linea interspinosa e la linea trasversa, a circa 4 cm dalla cresta iliaca superiore. Invitando il paziente a respirare profondamente mentre si controlla la posizione del polo con scansioni longitudinali posteriori è possibile quantificare lo spostamento. Nella semeiotica tradizionale, questo punto di intersezione era comunemente usato per individuare il polo renale inferiore ed eseguire la biopsia renale alla cieca o con guida radiologica. Il movimento respiratorio del rene è evidente in particolar modo nei soggetti magri o defedetati che hanno uno spessore di grasso peri/parenale piuttosto scarso. In scansione coronale con il paziente in decubito supino, bisogna invece fare riferimento al rapporto fra polo inferiore, corpi vertebrali o processi trasversi delle vertebre per misurare i movi-

menti del rene. In condizioni normali, il polo superiore del rene destro corrisponde alla 12^a vertebra toracica e quello del rene sinistro alla 11^a vertebra toracica. In ispirazione il polo inferiore si abbassa, si medializza e raggiunge la 4^a vertebra lombare a destra e la 3^a vertebra lombare a sinistra. Se il movimento del rene supera lo spazio di un corpo vertebrale o di un processo trasverso, bisogna concludere l'esame in ortostatismo per escludere una ptosi renale.

Normogrammi di crescita del rene. Il diametro longitudinale ed il volume del rene variano durante la gestazione e aumentano progressivamente dalla nascita alla pubertà. Diversi autori hanno valutato il normogramma di crescita del rene in età pediatrica misurando il diametro longitudinale e calcolando il volume con la formula dell'ellissoide⁽³³⁻³⁶⁾. La (Fig. 58) correla l'età media con il diametro longitudinale dalla nascita al 19° anno di età. Nel normogramma si nota il progressivo aumento del diametro longitudinale medio che raggiunge il valore di *plateau* con l'inizio dell'età adulta. Nelle (Fig. 59, 60) il volume medio del rene è correlato con l'altezza (cm) ed il peso^(35, 36).

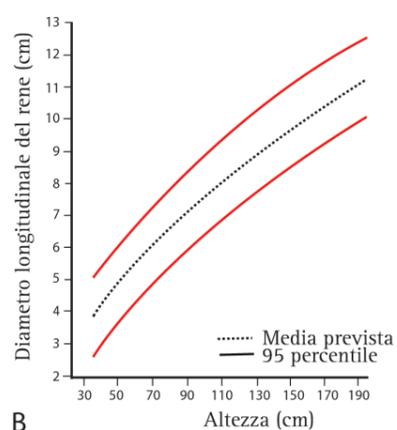
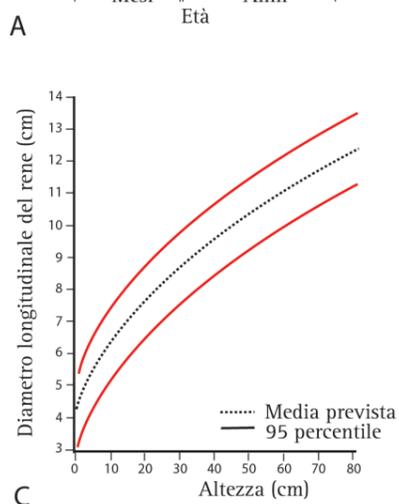
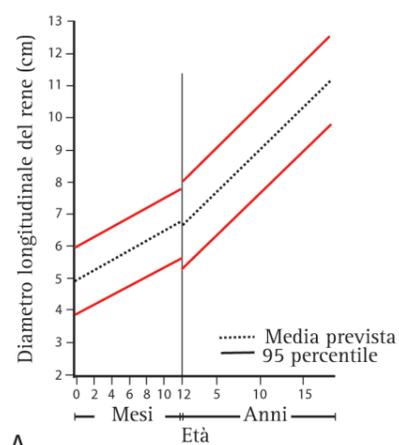
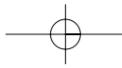


Fig. 58. NORMOGRAMMA DI CRESCITA DEL RENE IN FUNZIONE DELL'ETÀ. L'età media correla con il diametro longitudinale dalla nascita al 19° anno di età. Nel normogramma si nota il progressivo aumento del diametro longitudinale medio che raggiunge il valore di *plateau* con l'inizio dell'età adulta. Modificato da Han BK, Babcock DS. *Sonographic measurements and appearance of normal kidneys in children*. Am J Roentgenol 1985; 145: 611-616 e Dinkel E, Ertel M, Dittrich M, et al. *Kidney size in childhood. Sonographical growth charts for kidney length and volume*. *Pediatr Radiol* 1985; 15: 38-43.



Rene e vie urinarie. Anatomia ecografica normale

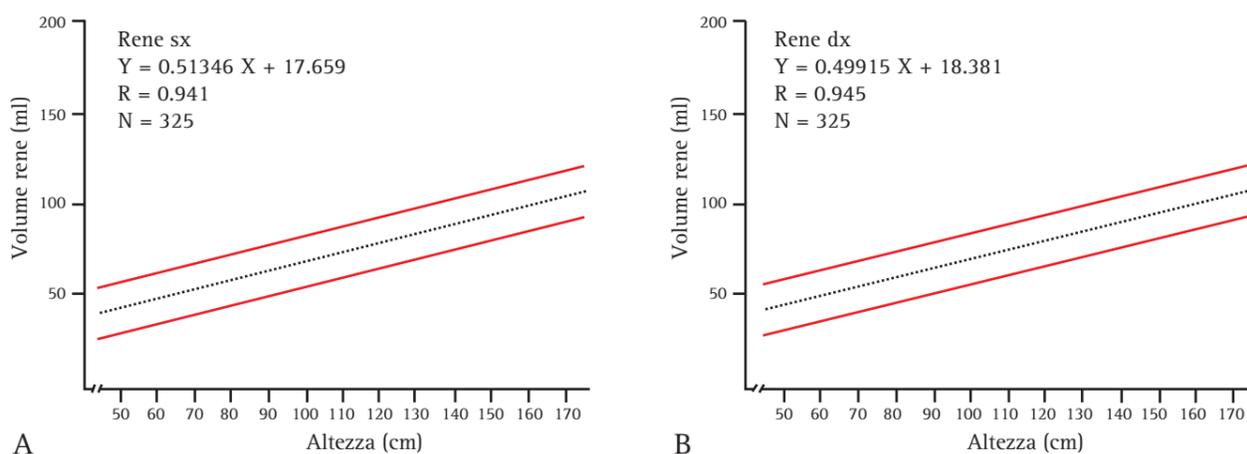


Fig. 59. NORMOGRAMMA DI CRESCITA DEL RENE IN FUNZIONE DELL'ALTEZZA. Il volume medio del rene viene correlato con l'altezza (in centimetri).

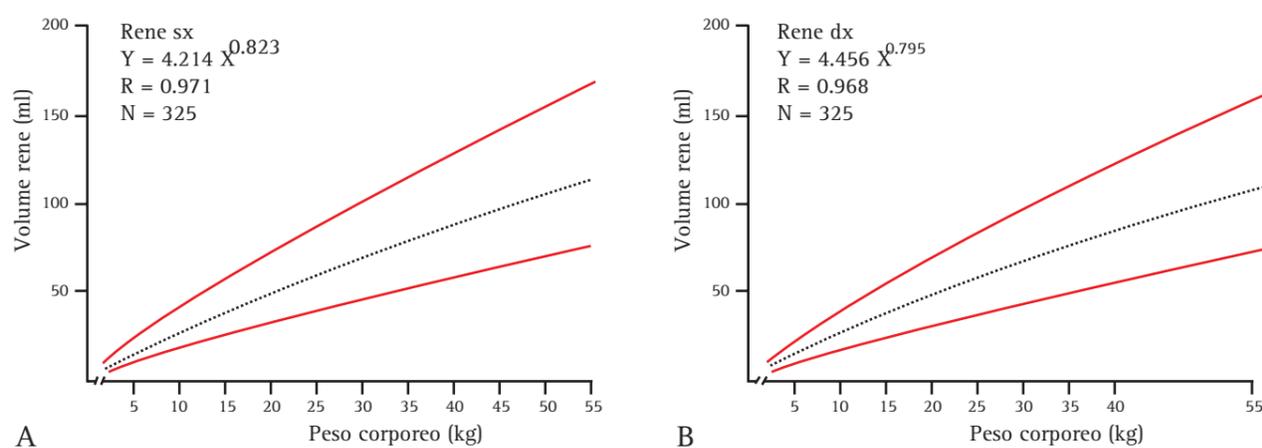


Fig. 60. NORMOGRAMMA DI CRESCITA DEL RENE IN FUNZIONE DEL PESO. Il volume medio del rene viene correlato con il peso.

Il rene vicario o compensatorio. In caso di agenesia monolaterale, lo sviluppo compensatorio del rene controlaterale ha già inizio a livello intrauterino e prosegue nel corso dell'infanzia e dell'età puberale sino all'età adulta. In letteratura sono riportati i dati di crescita del monorene⁽³⁷⁾. Come atteso, l'ipertrofia compensatoria del monorene si manifesta con un incremento del diametro longitudinale di *circa 1 cm rispetto ad un organo pari ben funzionante*. Gli studi morfologici eseguiti con la radiologia convenzionale e con l'ecografia in pazienti con monorene acquisito per nefrectomia in età adolescenziale e gli studi eseguiti nei donatori viventi di rene⁽³⁸⁾ dimostrano che l'ipertrofia compensatoria (morfologica e funzionale) è più evidente nei soggetti giovani, di sesso maschile, con valori pressori normali.

Vescica. La determinazione della capacità vescicale, ed in particolar modo del volume residuo dopo minzio-

ne comandata, costituisce una delle applicazioni più diffuse ed importanti dell'ecografia vescicale sovrapubica^(39, 40). Il metodo di calcolo è rapido, non invasivo, anche se i valori ottenuti, applicando diverse formule geometriche, non corrispondono perfettamente ai volumi di urina misurati con il cateterismo vescicale^(41, 42). Per misurare la capacità vescicale o il residuo postmizionale si può adottare la formula per calcolare il volume di una sfera. In verità, la forma della vescica non è sferica ma irregolare e varia in base al grado di distensione, al sesso ed alla complessione fisica del soggetto. Per questo per il calcolo della capacità o del residuo è più opportuno utilizzare altre formule geometriche come, ad esempio, quella dell'elissoide irregolare che moltiplica i tre diametri, trasversale, anteroposteriore e longitudinale, per una costante il cui valore varia tra i diversi autori da 0.52 a 0.70. Il valore della costante usato più spesso è 0.62^(43, 44).



L'ecografia della parete vescicale distingue tre diversi strati che si succedono dall'interno verso l'esterno. La mucosa e la sottomucosa appaiono finemente iperecogene; lo strato intermedio che corrisponde al muscolo detrusore appare diffusamente ipoecogeno, mentre lo strato esterno che corrisponde all'interfaccia fra vescica e tessuto adiposo dello scavo pelvico appare diffusamente iperecogeno. Lo spessore della parete in condizioni normali non deve superare nell'adulto i 5 mm di spessore. Nei bambini lo spessore medio è circa la metà dell'adulto, con variazioni massime <5 mm. L'ispessimento della parete può essere diffuso o circoscritto e rappresenta un segno precoce di ostruzione delle basse vie urinarie da ipertrofia prostatica o stenosi uretrale⁽⁴⁵⁾ (Fig. 61).

Prostata. Le misure della prostata possono essere ottenute con un approccio ecografico sovrapubico, transaddominale o transrettale. L'approccio sovrapubico a vescica piena è l'unico che viene usato nella comune routine nefrologica. La scansione sovrapubica fornisce informazioni immediate sulle dimensioni grossolane della prostata, sulle condizioni delle vescicole seminali e sulle possibili complicanze vescicali da ipertrofia prostatica. Questo approccio consente anche di calcolare con buona approssimazione il volume della ghiandola a partire dai tre diametri principali (trasversale, antero-posteriore e longitudinale), mentre non fornisce alcuna informazione sulla struttura ghiandolare anche nei casi in cui, ad esempio, il tumore prostatico è molto avanzato ed è già ben evidente all'esplorazione transrettale.

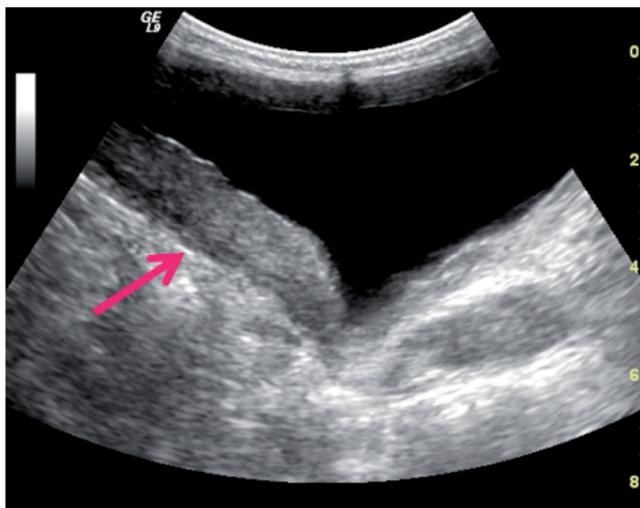


Fig. 61. ISPESSENTAMENTO ASIMMETRICO DELLA PARETE VESCICALE. L'ispessimento della parete può essere diffuso o circoscritto e rappresenta un segno precoce di ostruzione delle basse vie urinarie da ipertrofia prostatica. Nel caso riportato l'ipertrofia asimmetrica era dovuta alla presenza di una valvola uretrale.

La misurazione delle vescicole seminali viene eseguita raramente per l'estrema variabilità delle dimensioni delle stesse fra soggetti diversi e nello stesso paziente in relazione al periodo di astinenza sessuale. Il volume delle vescicole seminali, calcolato con l'ecografia, è di circa 13.7 cc⁽⁴³⁾. Nei casi in cui è necessario valutare le dimensioni approssimative (vesciculite acuta o cronica) bisogna comparare necessariamente il diametro antero-posteriore di entrambe le ghiandole in condizioni di media replezione vescicale.

La prostata è molto piccola durante la pubertà, quando il suo volume è di circa 5 cc. Sotto l'influenza degli androgeni, la ghiandola aumenta progressivamente di volume durante l'adolescenza sino a raggiungere nell'età adulta il volume di 20-30 cc. Il peso specifico della prostata è di circa 1 g/cc, per cui il volume della ghiandola corrisponde approssimativamente al peso ghiandolare. Nel tentativo di semplificare la misura del volume prostatico sono state costruite delle tabelle di stima a partire dal diametro trasverso sovrapubico. Con molta approssimazione, un *diametro trasverso < 4 cm indica un volume prostatico normale*, mentre un *diametro >4.5-5 cm è indicativo di ipertrofia significativa* (Fig. 62) In ogni caso, poiché l'ipertrofia della ghiandola è spesso asimmetrica, un singolo diametro non può fornire una stima accurata del volume⁽⁴⁷⁾. L'atteggiamento più corretto è pertanto quello di integrare la misurazione del diametro trasverso sovrapubico, che fornisce una misura corretta della base ghiandolare, con le misure planimetriche transrettali⁽⁴⁸⁾. Per questo, anche se la planimetria sovrapubica è utile per stimare

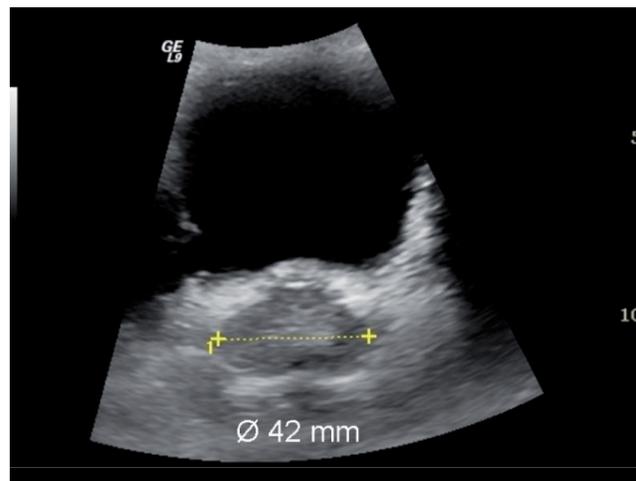
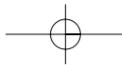


Fig. 62. MISURAZIONE DEL DIAMETRO TRASVERSO DELLA PROSTATA NELLA SCANSIONE SOVRAPUBICA. Nel tentativo di semplificare la misura del volume prostatico sono state costruite delle tabelle di stima a partire dal diametro trasverso sovrapubico. Con molta approssimazione, un diametro trasverso < 4 cm indica un volume prostatico normale, mentre un diametro >4.5-5 cm è indicativo di ipertrofia significativa.



il volume prostatico, è ormai unanimemente accettato che le misure ottenute con un approccio transrettale siano le più riproducibili per il calcolo del volume. Pertanto, se lo scopo dell'esame è quello di valutare grossolanamente la presenza di ipertrofia prostatica benigna l'accuratezza fornita dalle misurazioni sovrapubiche è più che soddisfacente⁽⁴⁹⁻⁵¹⁾. Se, viceversa, la valutazione del volume della prostata viene richiesto per un bilancio preoperatorio o per un follow-up postoperatorio, le misurazioni per via transrettale, anche se più invasive ed indaginose, sono sicuramente più corrette. Il volume della prostata viene calcolato a partire dalle misurazioni dei tre diametri applicando la formula dell'ellissoide, ossia: $V = (\pi/6) \times (\varnothing L \times \varnothing AP \times \varnothing TR)$. La variabilità interosservatore del volume, calcolato con le misure ottenute con l'ecografia transrettale, è molto bassa (r di correlazione interclasse = 0.96)^(52, 53). Sfortunatamente, il volume prostatico calcolato con la formula dell'ellissoide tende a sottostimare il volume reale di circa il 20% e la sottostima tende a diventare sempre più significativa con l'aumento del volume ghiandolare⁽⁵⁴⁾. I tentativi di valutare il volume della prostata con l'ecografia 3D sono risultati più affidabili e riproducibili^(52, 55). Tuttavia, anche se l'ecografia 3D fornisce misurazioni lievemente più accurate e riproducibili, i costi maggiori non giustificano il ricorso sistematico a questa tecnica.

Varianti anatomiche del rene normale

L'ecografia del rene normale rivela con una certa frequenza varianti anatomiche che sono causa di molti dubbi ed incertezze nella diagnosi. Molte di queste varianti anatomiche rientrano nella definizione semeiologica di *pseudotumori del rene* in quanto inducono al sospetto di una patologia espansiva e, spesso, alla richiesta immotivata di indagini di secondo livello.

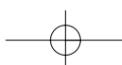
VARIANTI PARENCHIMALI

Ipertrofia colonnare del Bertin. Quando i lobuli renali confluiscono e si fondono, la corticale interposta fra le singole lobature viene inclusa nel rene e costituisce dei setti di sostanza corticale che si interpongono fra due piramidi adiacenti⁽⁵⁶⁾. Questi setti, conosciuti come *setti di Bertin*, hanno struttura omogenea, simile a quella della corticale ed affondano verso il seno renale sino a livello delle papille senza distorcerne il disegno anatomico. Occasionalmente la colonna mesorenale diventa particolarmente prominente nel punto di giunzione

fra il polo superiore e il terzo superiore del rene e per questo venne descritta da Bertin come un setto. Questo causa una distorsione della normale organizzazione strutturale del rene. In particolare l'allungamento, la distorsione e la modesta dilatazione dei calici del gruppo superiore ed inferiore all'urografia possono simulare un tumore del mesorene⁽⁵⁷⁾. L'omogeneità del parenchima rispetto alle aree adiacenti, la mancata alterazione del profilo capsulare, la disposizione regolare, raggiata e centrifuga dei vasi arteriosi e venosi al campionamento color power Doppler sono altrettanti segni ecografici utili per la diagnosi differenziale, anche se nei bambini alcuni autori hanno segnalato un lieve incremento dell'ecogenicità della colonna mesorenale prominente⁽⁵⁸⁾. La colonna mesorenale ipertrofica affonda nel seno renale e suddivide il complesso iperecogeno centrale in due parti ben distinte (**Fig. 63**). Questo aspetto ecografico può associarsi ad una pelvi bifida all'urografia⁽⁵⁹⁾. La colonna renale prominente è una variante anatomica della corticale ed in genere viene ben caratterizzata con l'ecografia. Solo raramente impone il ricorso alla scintigrafia renale con DMSA o alla TC con contrasto.

Lobature fetali. Nel 4° mese di vita embrionale il rene è costituito classicamente da 14 lobuli, separati gli uni dagli altri da un solco fibroso longitudinale. A partire dalla 28ª settimana di vita intrauterina, i lobuli tendono a confluire con quelli adiacenti ed a fondersi sino a scomparire (**Fig. 64**). Solitamente la struttura lobulare, evidente sino al quarto o quinto anno di età, scompare completamente nel rene dell'adulto⁽⁵⁶⁾. Occasionalmente, la persistenza di uno o più solchi interlobulari altera il profilo esterno del rene generando false immagini di noduli. Le lobature fetali richiedono una diagnosi differenziale con il tumore del rene o l'ipertrofia segmentaria compensatoria che si realizza a ridosso delle cicatrici corticali da pielonefrite (*scars*). In caso di persistenza delle lobature fetali, un attento esame dei profili parenchimali mostra che le incisive non corrispondono alle piramidi ma agli spazi interpiramidali. La presenza di parenchima omogeneo sotto l'incisura capsulare e l'assenza di calici distorti e dilatati sono alla base della diagnosi differenziale con le cicatrici corticali da pielonefrite focale segmentaria.

Bozzatura splenica. La bozzatura splenica è una deformità pseudonodulare del profilo posteriore del rene sinistro. L'impronta splenica genera nel mesorene un'unica bozzatura e per questo il rene viene detto "*rene a dromedario*". La "gobba" del rene a dromedario, così come altre rilevanze corticali minori del rene sinistro e del rene destro, rappresenta il risultato di un



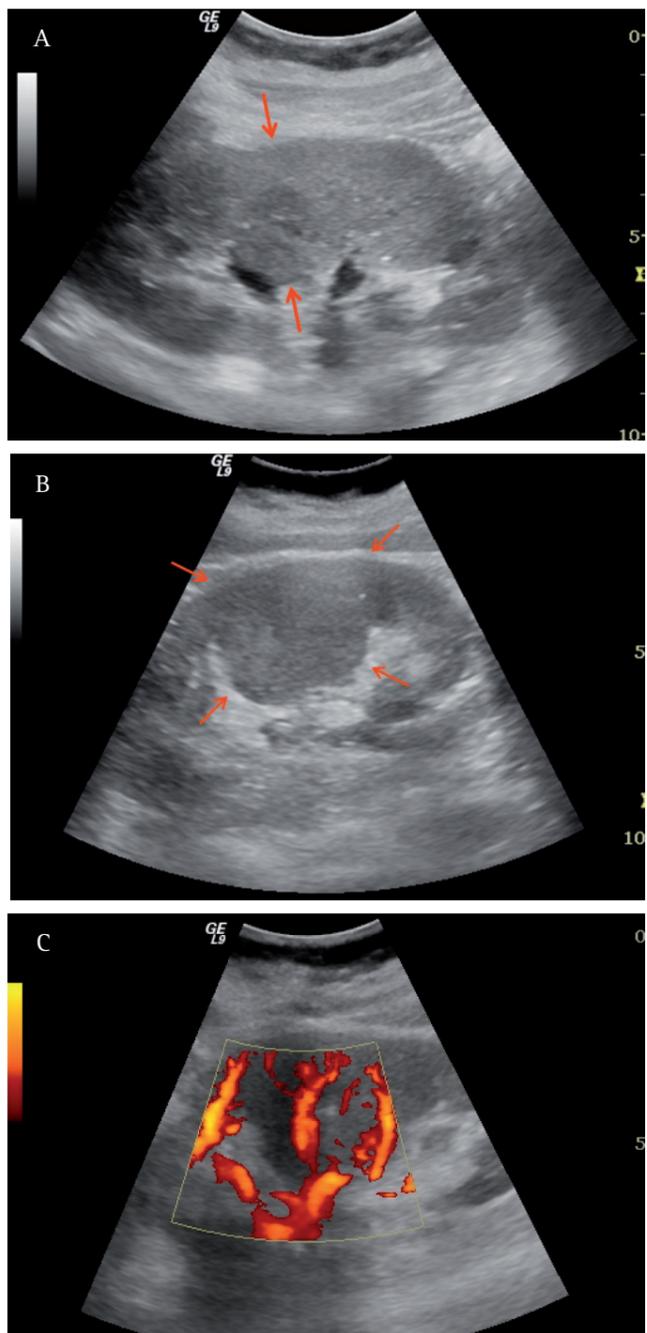


Fig. 63. COLONNA MESORENALE PROMINENTE. La colonna mesorenale ipertrofica affonda nel seno e suddivide il complesso iperecogeno centrale simulando uno pseudotumore (A, B). La perfusione regolare, centrifuga e raggiata della colonna è un segno fondamentale nella diagnosi differenziale (C).

adattamento del rene agli organi contigui (fegato e milza), ma non causa alcuna deformità del sistema pielo-caliceale all'urografia. La bozzatura splenica può simulare un nodulo tumorale e richiede un'attenta diagnosi differenziale. L'uniformità della struttura parenchimale e l'assenza di un circolo patologico nella bozzatura sono i segni alla base della diagnosi differenziale^(10, 60).

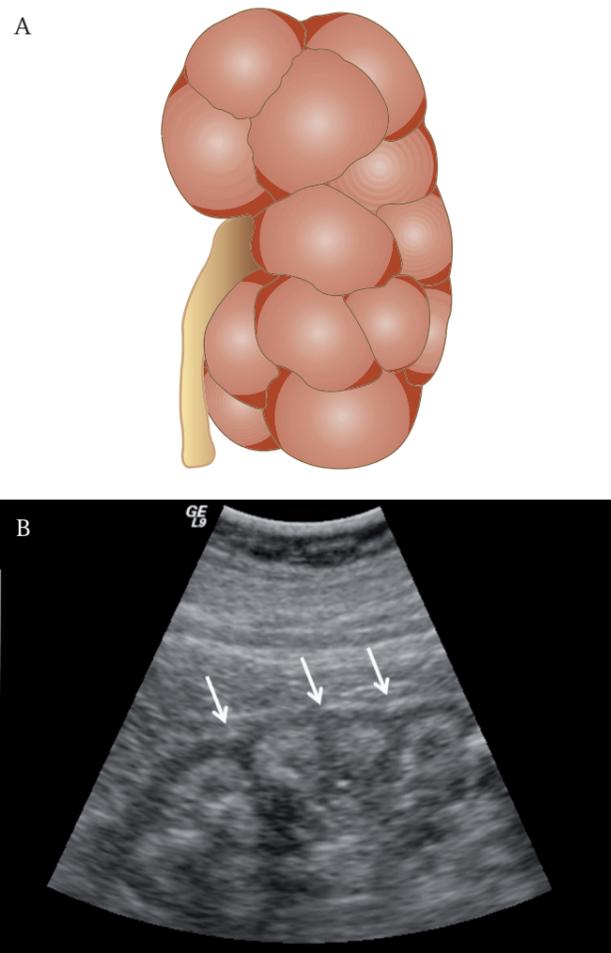


Fig. 64. LOBATURE FETALI. Nel 4° mese di vita embrionale il rene è costituito classicamente da 14 lobuli, separati gli uni dagli altri da un solco fibroso longitudinale. A partire dalla 28ª settimana di vita intrauterina, i lobuli tendono a confluire con quelli adiacenti ed a fondersi sino a scomparire. (A) Schema anatomico. (B) Incisure lobari in rene con segni di nefrocalcinosi da causa iatrogena (abuso di vitamina D) dopo paratiroidectomia totale.

Ipertrofia segmentale compensatoria. Il rene normale che ha sofferto di malattie focali perinatali (ad esempio un reflusso) può mostrare nell'adulto, a ridosso delle cicatrici, delle isole di ipertrofia nodulare compensatoria. Queste zone di ipertrofia parenchimale segmentaria, che si sviluppano per compensare la perdita di parenchima a livello delle cicatrici, possono simulare un formazione tumorale per cui necessitano di una accurata diagnosi differenziale⁽⁶⁰⁾ (Fig. 65).

Difetto giunzionale parenchimale. È un'area iperecogena triangolare che interrompe la continuità del profilo polare superiore del rene destro o, molto più raramente, del profilo polare inferiore del rene sinistro. Il difetto giunzionale deriva dalla persistenza e dall'infiltrazione di grasso del seno nel solco giunzionale fra due

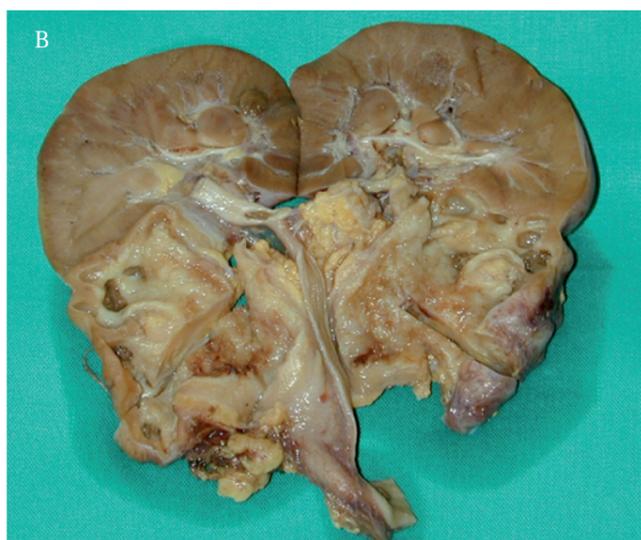
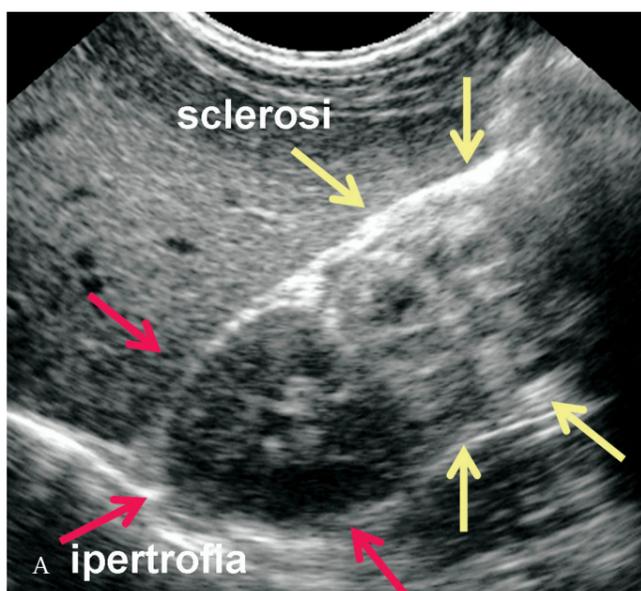
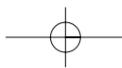


Fig. 65. IPERTROFIA SEGMENTALE COMPENSATORIA. Le zone di ipertrofia segmentale che si sviluppano per compensare la perdita di parenchima a livello delle cicatrici a seguito di malattie focali perinatali possono simulare un formazione tumorale, per cui necessitano di una accurata diagnosi differenziale. (A). Scleroatrofia del mesorene e del polo inferiore da pielonefrite focale; (B) Pezzo anatomico.

abozzi o lobuli parenchimali embrionali che non si sono completamente fusi tra loro. Questa variante anatomica va differenziata da una cicatrice parenchimale o da un angiomiolipoma. Il segno che consente la diagnosi differenziale, oltre alla sede, è la continuità del tessuto adiposo marginale con il seno renale⁽⁶¹⁾ (Fig. 66).

VARIANTI DEL SISTEMA COLLETTORE E PIELICO

La sclerolipomatosi e le variazioni di ecogenicità del grasso del seno sono già state considerate nel paragrafo

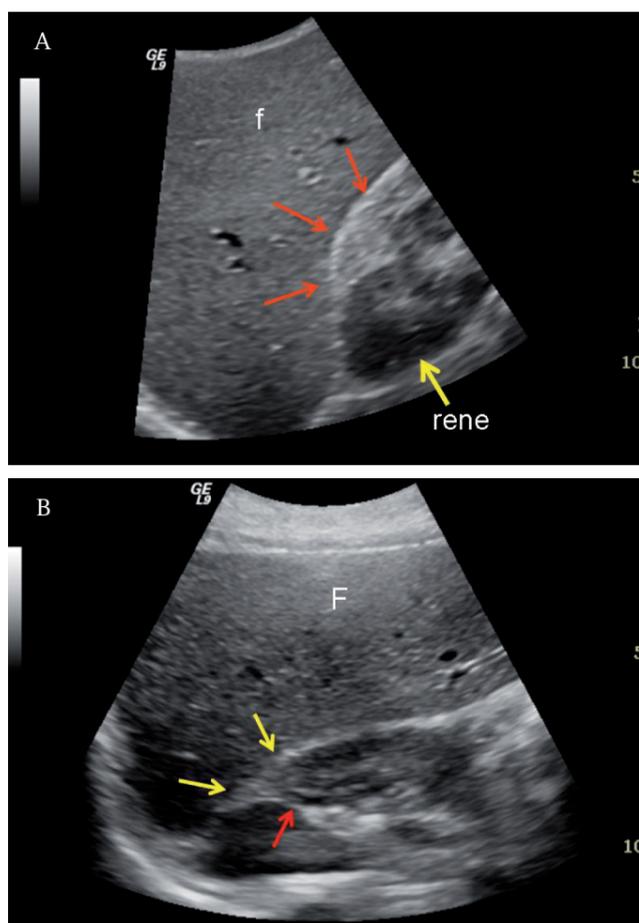


Fig. 66 DIFETTO GIUNZIONALE PARENCHIMALE. È un'area iperecogena triangolare (freccie rosse) che interrompe la continuità del profilo polare superiore del rene destro e mostra continuità con il grasso del seno renale. f = fegato.

di anatomia ecografica del rene. In questo paragrafo considereremo le varianti anatomiche dei calici e delle papille ed altre anomalie strutturali come le impronte vascolari sulla pelvi o sui calici principali.

Calici complessi. Il rene normale nell'uomo adulto conta 10-14 calici minori. I *calici complessi* derivano dalla fusione di più calici minori. Quest'anomalia è più frequente nelle zone polari del rene, ed in particolare nel polo superiore dove un calice maggiore viene a drenare più calici minori. La confluenza di più papille in un solo calice può simulare una pseudomassa. Il *reflusso intrarenale asettico* si manifesta più frequentemente nei calici complessi, poiché gli orifizi dei dotti collettori nell'area cribrosa non sono rotondeggianti come quelli dei calici semplici, ma sono oblunghi ed incontinenti nella fase di spremitura del calice. Questo spiega la tendenza della nefropatia da reflusso a determinare cicatrici più estese e severe nelle aree polari del rene. Raramente una



papilla renale può essere ectopica o aberrante o protrudere in modo inusuale in un calice. Quest'ultima anomalia non è sintomatica, ma può generare confusione con piccole lesioni espansive del lume delle vie escrettrici intrarenali (polipi, neoplasie, coaguli).

Impronte vascolari pielocaliceali. La giunzione pieloureterale e l'uretere sono raramente identificabili in condizioni normali. L'arteria renale o il ramo segmentario anteriore, così come la vena renale, possono causare *compressioni pielocaliceali* e difetti di riempimento ben evidenti in urografia. Raramente, una microematuria può essere associata alla compressione vascolare dell'uretere e/o dei calici. L'impronta vascolare sull'uretere può causare dolore quando il paziente è iperidratato per la difficoltà di transito dell'urina. L'impronta vascolare può interessare la pelvi ma anche l'infundibolo del calice principale superiore, generando una sequenza classica di sintomi dolorosi (colica in assenza di calcolo)⁽⁶⁰⁾. Un attento studio color power Doppler della regione ilare del rene può evidenziare una lieve ipotonia della pelvi o del calice principale superiore incrociati dal ramo anteriore dell'arteria renale e dal ramo venoso satellite. La coesistenza di sintomatologia dolorosa e microematuria con un'impronta vascolare sul calice medio o sulla pelvi configura la *sindrome di Fraley* (Fig. 67).

Pelvi extrasinusale. In genere la pelvi è completamente contenuta nel seno renale, ma in alcuni casi può essere dislocata parzialmente o completamente in sede extrasinusale simulando una dilatazione e/o un'anomalia del giunto, un'idronefrosi, una raccolta di varia natura (Fig. 68). La diagnosi differenziale con l'idronefrosi e le cisti parapieliche si basa esclusivamente sulla ricerca a vescica piena di un'eventuale comunicazione fra la pelvi ed i calici maggiori nelle scansioni trasversali.

MOBILITÀ ANOMALA DEL RENE

Il rene normale si può abbassare dalla sua sede fisiologica di 2-3 cm (cioè circa un corpo vertebrale) con i movimenti respiratori o con il passaggio dal clinostatismo all'ortostatismo. Una maggiore dislocazione configura il quadro del *rene mobile* o *nefroptosi* (Fig. 69). A differenza del rene ectopico, il rene ptosico ha un peduncolo vascolare normale ed un uretere di lunghezza normale. La nefroptosi interessa comunemente il rene destro e si manifesta prevalentemente in donne giovani longilinee, magre, ma anche dopo la gravidanza o un dimagrimento molto rapido. Nell'anziano defedato la nefroptosi può essere bilaterale e si associa ad una vi-

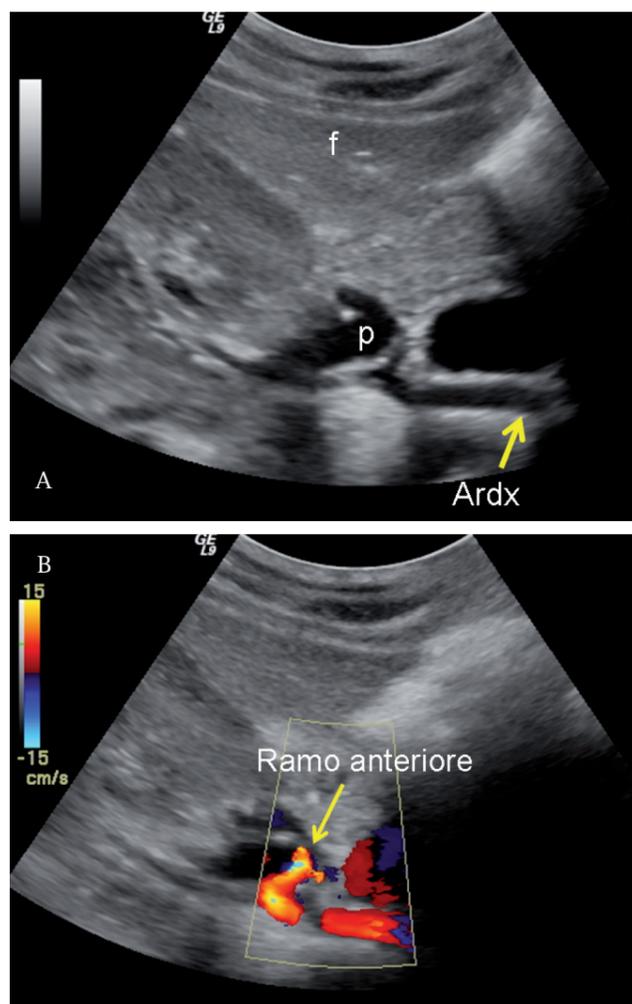


Fig. 67 IMPRONTI VASCOLARI PIELOCALICEALI. L'arteria e la vena renale o il ramo anteriore dell'arteria possono causare una compressione pielocaliceale estrinseca. Lo studio color power Doppler della regione ilare può evidenziare l'incrocio vascolare associato ad ipotonia della pelvi o del calice superiore. (A) immagine B-Mode e (B) immagine color-Doppler. Ardx = arteria renale destra, p = pelvi; ramo anteriore dell'arteria renale destra, f = fegato.

sceroptosi estesa a tutti gli organi dell'addome superiore (fegato, stomaco, milza, colon). La nefroptosi è legata ad una marcata lassità delle strutture che mantengono il rene in sede, ossia la capsula adiposa ed il grasso pararenale, i ligamenti fibrosi che connettono la fascia perirenale alla capsula propria, il peduncolo vascolare e la pressione addominale. Nei casi di ptosi grave, il rene discende nel retroperitoneo medializzandosi ed antero-tando la pelvi sino a raggiungere la fossa iliaca. L'uretere si adatta a queste variazioni di sede incurvandosi senza impedire il normale deflusso dell'urina. Il peduncolo vascolare, continuamente stirato, tende invece ad allungarsi. In alcuni casi, l'inginocchiamento dell'uretere su se stesso e sulla pelvi può causare una lieve idronefrosi "aperta" e determinare la comparsa di dolo-

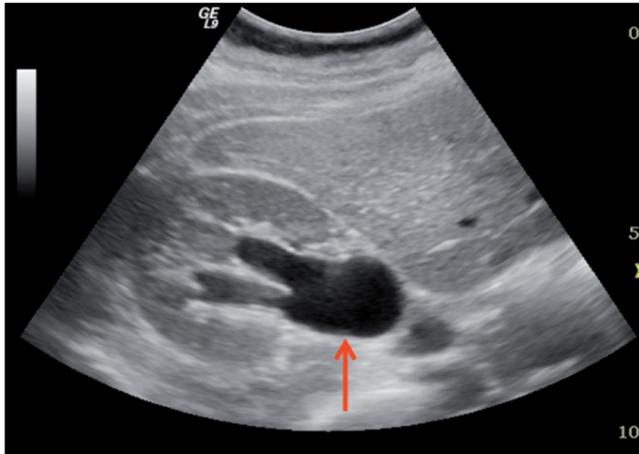
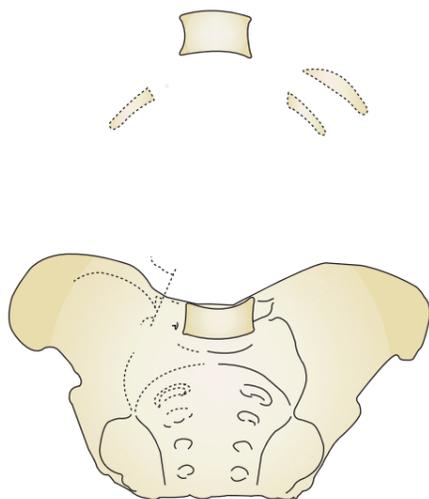


Fig. 68. PELVI EXTRASINUSALE. Nel soggetto normale la pelvi è completamente contenuta nel seno. In alcuni casi può essere dislocata in modo parziale o completo in sede extrasinuale simulando una dilatazione e/o un'anomalia del giunto, un'idronefrosi, una raccolta di varia natura. Freccia rossa = pelvi extrasinuale.



ri lomboiliaci più frequenti dopo lunghi periodi di stazione eretta. I pazienti con nefroptosi lamentano un dolore lombare sordo, continuo, che può simulare uno spasmo del colon destro o una rachialgia. Generalmente il dolore peggiora in ortostatismo e si allevia con il decubito supino. Solo raramente il dolore può assumere i caratteri di una vera e propria colica renale associandosi a microematuria e disturbi neurovegetativi come il meteorismo.

La diagnosi di rene mobile va documentata con scansioni coronali ed anteriori in clinostatismo ed in

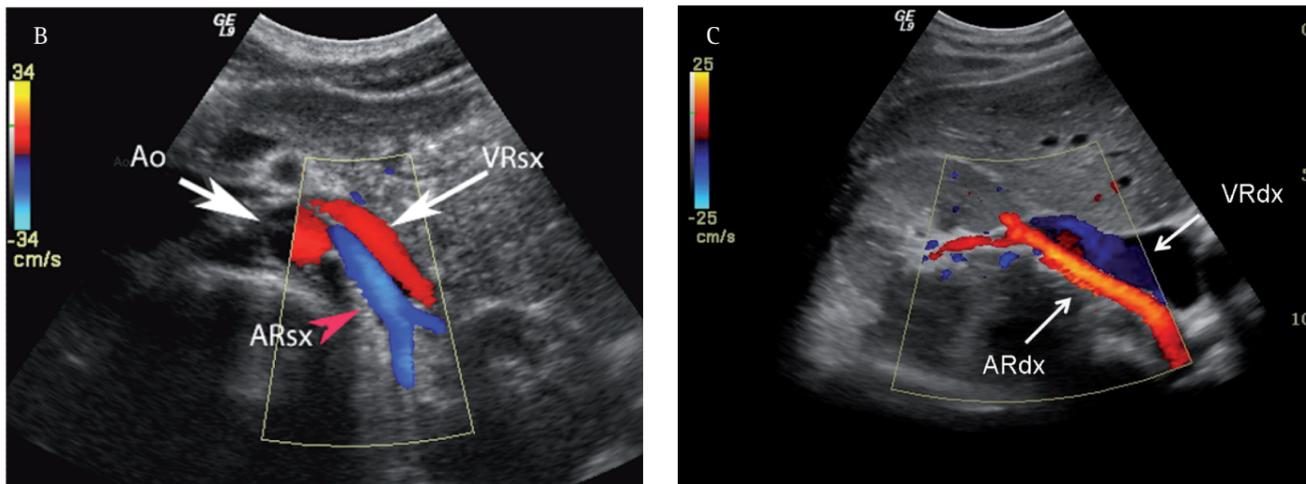
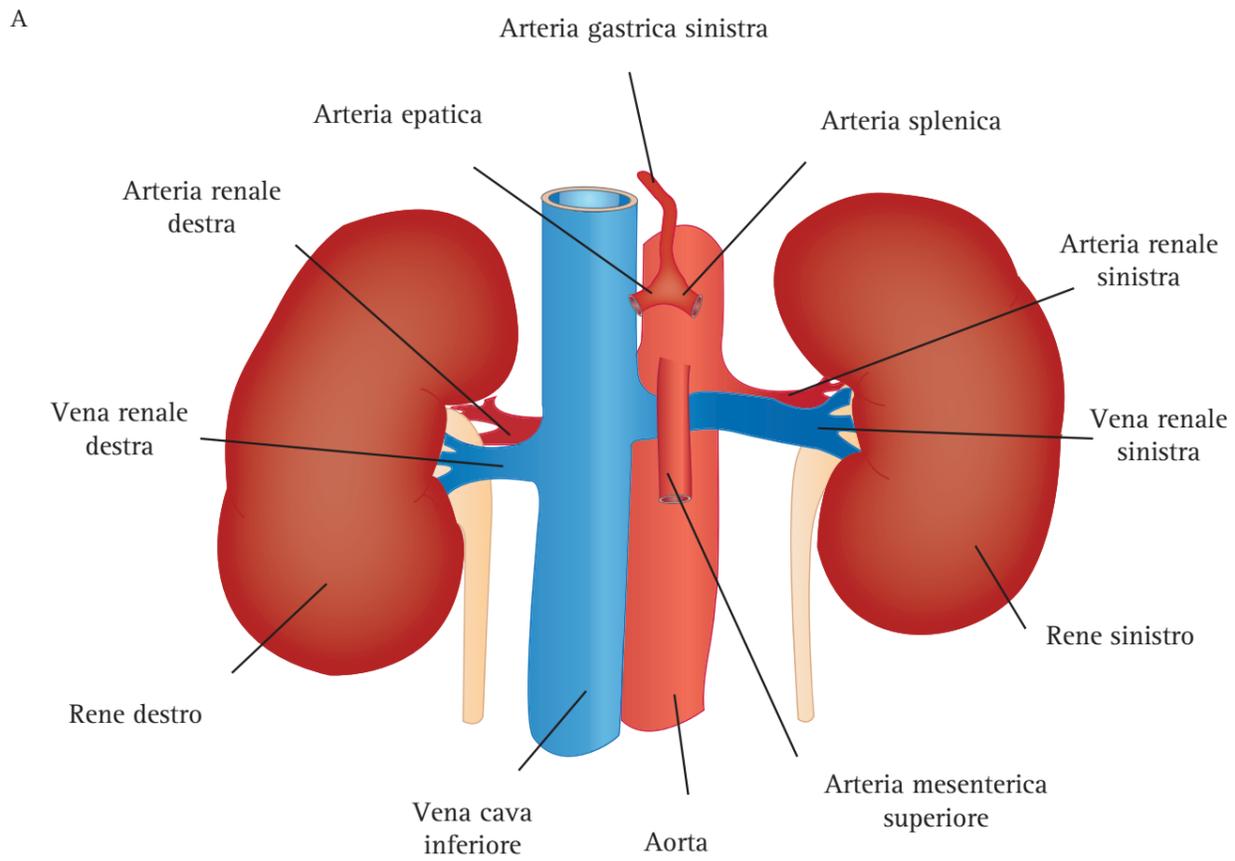
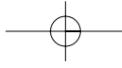


Fig. 70a, b, c. ANATOMIA VASCOLARE DEL RENE. Le arterie renali originano dall'aorta a livello della 2° vertebra lombare, a circa 1,5-2 cm dall'origine dell'arteria mesenterica superiore. L'arteria renale destra origina dal profilo anterolaterale, descrive una curva a convessità anteriore e quindi si dirige verso l'ilo renale dopo aver incrociato posteriormente la vena cava inferiore. (A) Schema anatomico del circolo renale. Immagine color Doppler dell'arteria renale sinistra (B) e dell'arteria renale destra (C). Ao = aorta; ARsx arteria renale sinistra; VRsx = vena renale sinistra. ARdx = arteria renale destra; VRdx = vena renale destra.

terlobulari che percorrono le colonne renali verso la capsula renale. Le arteriole *afferenti dei glomeruli* corticali e iuxtamidollari prendono origine ortogonalmente dalle arterie interlobulari. Le *arteriole efferenti dei glomeruli* si sfoccano nel *circolo capillare peritubulare* dei

vasa recta puri e spuri da cui origina il sistema venoso (Fig. 73). Le arterie accessorie o soprannumerarie ricorrono nel 20-30% della popolazione generale e sono in genere destinate al polo superiore o inferiore⁽⁶⁴⁾.

La curva spettrale normale registrata in un'arteria



Rene e vie urinarie. Anatomia ecografica normale

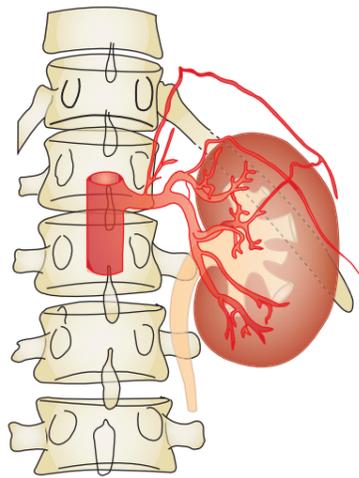


Fig. 71. ANATOMIA VASCOLARE DEL RENE. Angolo di origine dell'arteria renale sinistra.

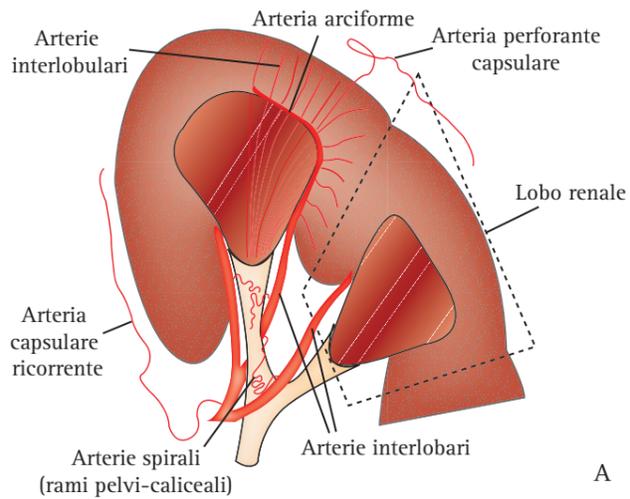


Fig. 73a, b. RAMIFICAZIONI INTRAPARENCHIMALI DELL'ARTERIA RENALE. (A) Schema anatomico. (B) Immagine power Doppler.

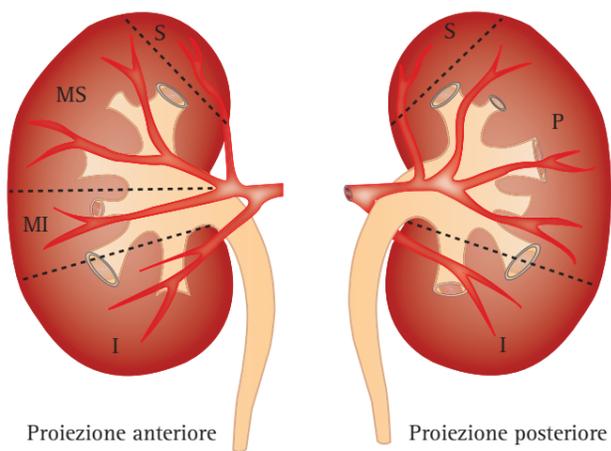


Fig. 72. RAMIFICAZIONE DELL'ARTERIA RENALE. All'ilo le arterie si suddividono in un ramo anteriore ed in uno posteriore: il primo dà origine a quattro rami segmentali destinati al polo superiore, al segmento antero-superiore, al segmento antero-inferiore ed al polo inferiore; il secondo irrorerà la regione mesorenale posteriore. Segmenti: (S) superiore, (MS) medio superiore, (MI) medio inferiore, (P) posteriore, (I) inferiore.

renale è una curva "a bassa resistenza" (Fig. 74). Il fronte di ascesa sistolico è rapido ed è seguito da una dolce e progressiva decelerazione segnata da rapide modulazioni e da un flusso telediastolico ancora significativo. L'elevata componente continua del flusso corrisponde ad un basso regime di impedenza vascolare parenchimale e ad un alto flusso sanguigno renale (circa 400-600 ml/min per rene). Le arterie segmentali, interlobari ed arcuate mostrano un indice di resistenza molto basso ($IR < 0.60$) ed un tracciato più smussato, attenuato, con un picco sistolico più prolungato e meno acuminato. La velocità di picco sistolico (VPS) normale in arteria renale è $< 100 \pm 20$ cm/s, mentre la velocità telediastolica (VD) è di 30-40 cm/s. L'età giovanile, il

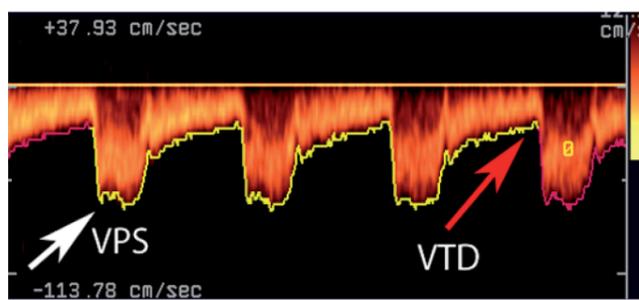
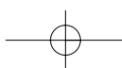


Fig. 74. VELOCITOGRAMMA NORMALE DELL'ARTERIA RENALE PRINCIPALE. VPS = velocità di picco sistolico; VTD = velocità telediastolica.

kinking dell'arteria, il circolo iperdinamico da ipertiroidismo causano un aumento della VPS in assenza di stenosi dell'arteria renale principale. Per tale motivo gran parte degli autori considerano normale una VPS di 100 ± 40 cm/s^(65, 66). La curva spettrale conserva questa morfologia sia nell'arteria principale sia nelle arterie interlobari, arcuate ed interlobulari⁽⁶⁷⁾.



La resistenza vascolare totale del rene normale, calcolata su una pressione arteriosa media di 100 mmHg, è di 100 mmHg/600 ml/min, ossia 0.17 Unità di Resistenza Periferica (URP), un valore di ben 8.5 volte superiore al valore di resistenza periferica dell'intero circolo sistemico. Non deve sorprendere che un singolo rene (1% del peso corporeo totale) abbia una resistenza periferica totale enormemente superiore a quella dell'intero sistema circolatorio in quanto, a differenza del rene che ha un circolo terminale, il circolo sistemico possiede una miriade di vie alternative di deflusso. In condizioni normali, il livello di resistenza offerto dal microcircolo intrarenale consente un flusso ematico molto elevato (circa 600 ml/min per rene) e la curva spettrale Doppler presenta un'elevata componente di flusso continuo. Nel giovane sano, le arterie segmentali, interlobari ed arcuate mostrano un tracciato smussato, con un picco sistolico prolungato e meno acuminato ed un indice di resistenza molto basso con valori di $IR\ 0.58-0.64$ ^[68, 69]. Bisogna segnalare che IR mostra un'enorme variabilità nel bambino. In uno studio condotto su bambini di età variabile da 1 a 15 anni, IR variava in un range di valori fra 0.34 e 0.94 senza alcuna significativa relazione con l'età, il diametro renale o il sesso^[70]. IR tende invece ad aumentare progressivamente con l'età e nei pazienti anziani (età >60 anni). In ogni caso, l'interpretazione clinica dei valori di IR nei pazienti anziani deve essere molto accurata, in quanto un elevato valore di IR può essere dovuto a fattori fisiologici più che a situazioni patologiche^[71]. Nella maggioranza della popolazione adulta, comunque, un $IR\ di\ 0.70$ viene considerato come il limite superiore della norma^[68, 71].

CIRCOLO VENOSO

Il circolo venoso renale costituisce nel complesso un'efficiente via di deflusso per la presenza di numerose anastomosi intra ed extrarenali, per questo l'ostruzione della vena principale causa raramente un infarto^[64] (Fig. 75). A livello corticale il sangue dei capillari peritubulari viene drenato dalle vene stellate che confluiscono nelle vene interlobulari. Queste drenano, in successione, nelle vene arcuate e nelle vene interlobari principali (superiore, ilare ed inferiore) seguendo il disegno generale del circolo arterioso. Le vene interlobari, unendosi all'ilo, formano la vena renale. La vena renale destra concorre occasionalmente a formare la vena azygos e si riversa nella vena cava inferiore dopo un breve tragitto di 2-2,5 cm, a livello della seconda vertebra lombare. La vena renale sinistra, più lunga (6-10 cm), si apre in vena cava ad un livello leggermente superiore dopo un tragitto comples-

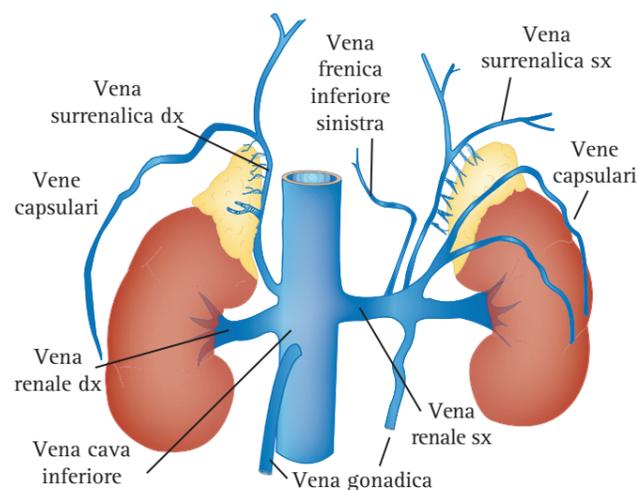


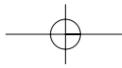
Fig. 75. CIRCOLO VENOSO RENALE ED ANASTOMOSI PERIRENALI.

so che la vede impegnarsi nella pinza aorto-mesenterica. La vena renale sinistra riceve la vena surrenalica e la vena gonadica ed è in connessione con il sistema emiazygos e lombare ascendente (arcata reno-azygos-lombare). A destra, la vena surrenalica e gonadica sboccano direttamente in vena cava. Le anomalie delle vene renali (vene renali multiple, vena renale sinistra retroaortica, vena renale sinistra ad anello, persistenza della vena cardinale sinistra) sono molto più rare di quelle delle arterie. La curva spettrale delle vene renali mostra un tracciato monofasico, modulato, simile a quello della vena cava inferiore (modulazioni atriali e respiratorie). Le modulazioni sono meno evidenti nella vena renale sinistra per l'incarceramento fisiologico della vena nella pinza aorto-mesenterica. La vena renale sinistra, a monte dell'incrocio con l'aorta e l'arteria mesenterica superiore, appare dilatata.

TECNICA DI ESAME

Per una valutazione corretta delle arterie renali è indicato il digiuno protratto ed una dieta povera di fibre. Nei pazienti non collaboranti, impegnati o nei soggetti molto obesi il campionamento non sempre risulta completo e soddisfacente. La difficoltà dell'esame deriva dalla complessione fisica, ma anche dalla presenza di vasi anomali e dalla necessità di dover esplorare l'intero tragitto delle arterie renali. Con le apparecchiature più recenti le arterie renali principali si individuano nella maggior parte dei pazienti, mentre le arterie renali accessorie sono tuttora difficili da visualizzare.

Per eliminare in modo quasi completo la percentuale di insuccessi bisogna adottare una strategia di esame molto flessibile^[72]. L'arteria renale può essere studiata con



scansioni trasversali o assiali sul peduncolo di origine in sede epi-mesogastrica; scansioni sottocostali in decubito laterale destro o sinistro; scansioni coronali sull'aorta in decubito laterale sinistro; scansioni coronali sul rene e sull'ilo. La scansione assiale consente di individuare il peduncolo di origine dell'arteria, i rapporti anatomici con la vena omolaterale e la presenza di arterie accessorie. Nelle scansioni sottocostali, in decubito laterale destro e sinistro, l'arteria renale destra e sinistra si dispiegano in tutta la loro lunghezza e possono essere campionate con angoli idonei. La scansione coronale sull'aorta in decubito laterale sinistro è sicuramente una delle scansioni più spettacolari, in quanto consente di individuare e campionare l'ostio delle arterie con angoli di insonazione molto bassi (<math><20^\circ-25^\circ</math>) e di individuare eventuali rami accessori. La scansione coronale sul rene offre invece una visione panoramica dei vasi renali dall'ilo ai vasi segmentari. La trama vascolare del rene è molto ricca ed è disposta "a raggiera" o a "ventaglio". I vasi arteriosi e venosi si irradiano dall'ilo verso il parenchima dando origine ai vasi segmentari, arciformi ed interlobari. Il *blushing* corticale, particolarmente evidente al power Doppler, si manifesta con un'esile trama di vasi pulsanti che riproducono l'espansione sisto-diastolica dei vasi corticali (Fig. 73b).

Il primo passo dell'esame Doppler è la ricerca della finestra anatomica dei vasi renali. Individuata in B-Mode l'arteria renale destra o sinistra o la vena renale sinistra si può aprire il box-colore per disegnare il decorso dei vasi. Se l'impostazione delle varie funzioni Doppler (PRF, guadagno, filtro di parete) è corretta la mappa colorimetrica sarà uniforme e priva di artefatti. Il passaggio finale sarà quello di disporre il volume campione nell'arteria e registrare la curva spettrale con un angolo di insonazione idoneo. Se la mappa colorimetrica del vaso è uniforme e nella curva spettrale si registrano valori ripetuti di VPS <math><100\text{ cm/s}</math> l'esame dell'arteria renale principale può considerarsi concluso. Se l'impostazione delle funzioni è corretta, ma in un tratto dell'arteria principale compare *aliasing* o un soffio vascolare (*color-bruit*) il sospetto di stenosi andrà confermato o escluso con il campionamento spettrale. In presenza di stenosi la curva spettrale mostrerà una violenta accelerazione sisto-diastolica con dispersione dello spettro ed *aliasing* (ribaltamento dello spettro). Adottando un approccio flessibile che preveda il campionamento dell'arteria principale e la ricerca dei segni indiretti, la percentuale di insuccessi tecnici è prossima allo 0. Questo richiede però nei casi complessi una certa perdita di tempo. La durata dell'esame color-Doppler dei vasi renali può variare da 5 a 20-30 minuti in base all'esperienza, all'*habitus* del paziente ed al numero di esami eseguiti quotidianamente. In genere, lo studio del

tratto paraostiale ed iniziale del vaso è sufficiente per svelare la gran parte delle stenosi aterosclerotiche. Lo studio del tratto medio-distale è invece indispensabile per documentare le stenosi fibrodisplastiche. Le arterie segmentali ed interlobari sono più facili da documentare a livello del seno o dei segmenti interlobari.

La curva spettrale nei vasi intraparenchimali deve essere registrata durante un periodo di apnea. È buona norma determinare IR in un vaso interlobare a ridosso della colonna mesorenale, del polo superiore o inferiore e considerare valido il valore medio di almeno tre misurazioni. La media dei valori tende a minimizzare anche eventuali variazioni di IR derivanti dalla vascolarizzazione del polo inferiore da parte di un vaso accessorio⁽⁶⁹⁾. L'uso di ecoamplificatori può migliorare la visualizzazione sia dell'arteria renale principale sia dell'albero vascolare periferico, riducendo il tempo necessario per eseguire l'esame completo⁽⁷³⁾. Questa affermazione era valida in senso assoluto prima dell'introduzione in commercio delle apparecchiature digitali. Attualmente, l'uso del MdC dovrebbe essere indirizzato verso studi di quantificazione della perfusione distrettuale⁽⁷⁴⁾ più che per migliorare la visualizzazione del circolo renale.

Le vene renali seguono grossolanamente il tragitto delle arterie omolaterali, per cui vengono studiate con lo stesso approccio anteriore o laterale, in decubito supino o laterale e con le stesse scansioni usate per lo studio delle arterie renali. La vena renale sinistra ha un tragitto molto lungo ed incrocia anteriormente l'aorta a livello della seconda vertebra lombare, impegnandosi fra questa e l'arteria mesenterica superiore⁽⁷⁵⁾. A valle della pinza aorto-mesenterica la vena appare esile, mentre a monte si dilata senza subire in realtà un'ostruzione emodinamica. Spesso a monte è possibile individuare nel cellulare retroperitoneale anche la confluenza della vena gonadica di sinistra. La vena renale destra ha un tragitto molto breve e confluisce rapidamente in vena cava inferiore.

Malformazioni congenite del rene e delle vie urinarie

Le malformazioni congenite ricorrono in circa il 10-12% dei pazienti adulti e sono variamente classificate. Da un punto di vista nosologico si distinguono *anomalie di numero* e di *dimensioni* (agenesia unilaterale, ipoplasia renale, rene soprannumerario), *anomalie di posizione* (malrotazione, eterotopie, rene a ferro di cavallo), *anomalie delle cavità escretrici* (doppio distretto, stenosi del



giunto pielo-ureterale, megauretere congenito, uretere circumcavale, ureterocele, inserzione ureterale ectopica).

AGENESIA RENALE ED IPOPLASIA

L'agenesia unilaterale ricorre in circa 1/1000 nati, più frequentemente a sinistra⁽⁷⁶⁾. Può associarsi ad agenesia dell'uretere ipsilaterale, agenesia dell'emitrigono vescicale e dello sbocco ureterale ed a malformazioni genitali. Quando una loggia renale è disabitata ed occupata dal colon e da anse del tenue le ipotesi diagnostiche da considerare nella diagnosi differenziale sono l'agenesia, l'ipoplasia o l'ectopia del rene⁽⁷⁷⁾. Il rene e la loggia lombare controlaterale vanno immediatamente controllate per valutare la presenza di un'ipertrofia vicariante e l'assenza di un'ectopia renale crociata. Se il rene controlaterale ha un aspetto morfologico vicarian-

te questo significa che il rene può essere mancante o non funzionante (Fig. 76). Viceversa, se il rene controlaterale è normoconformato e di volume normale, questo significa che un altro rene con una quantità variabile di parenchima funzionante deve essere presente in altra sede. È ipotizzabile che nell'adulto alcuni casi di supposta agenesia siano il risultato di una displasia cistica unilaterale del rene. Queste forme di non raro riscontro nei neonati e nei bambini mostrano una chiara tendenza all'atrofia se seguite nel tempo, per questo il rene diventa difficilmente individuabile in età adulta.

La ricerca ecografica di un eventuale rene ectopico deve partire dalla fossa lombare e seguire il margine mediale dello psoas, l'incrocio con i vasi iliaci sino allo scavo pelvico. Se la ricerca del rene mancante lungo questa linea non dà alcun risultato si può ragionevolmente pensare ad un'agenesia. La mancanza del pe-

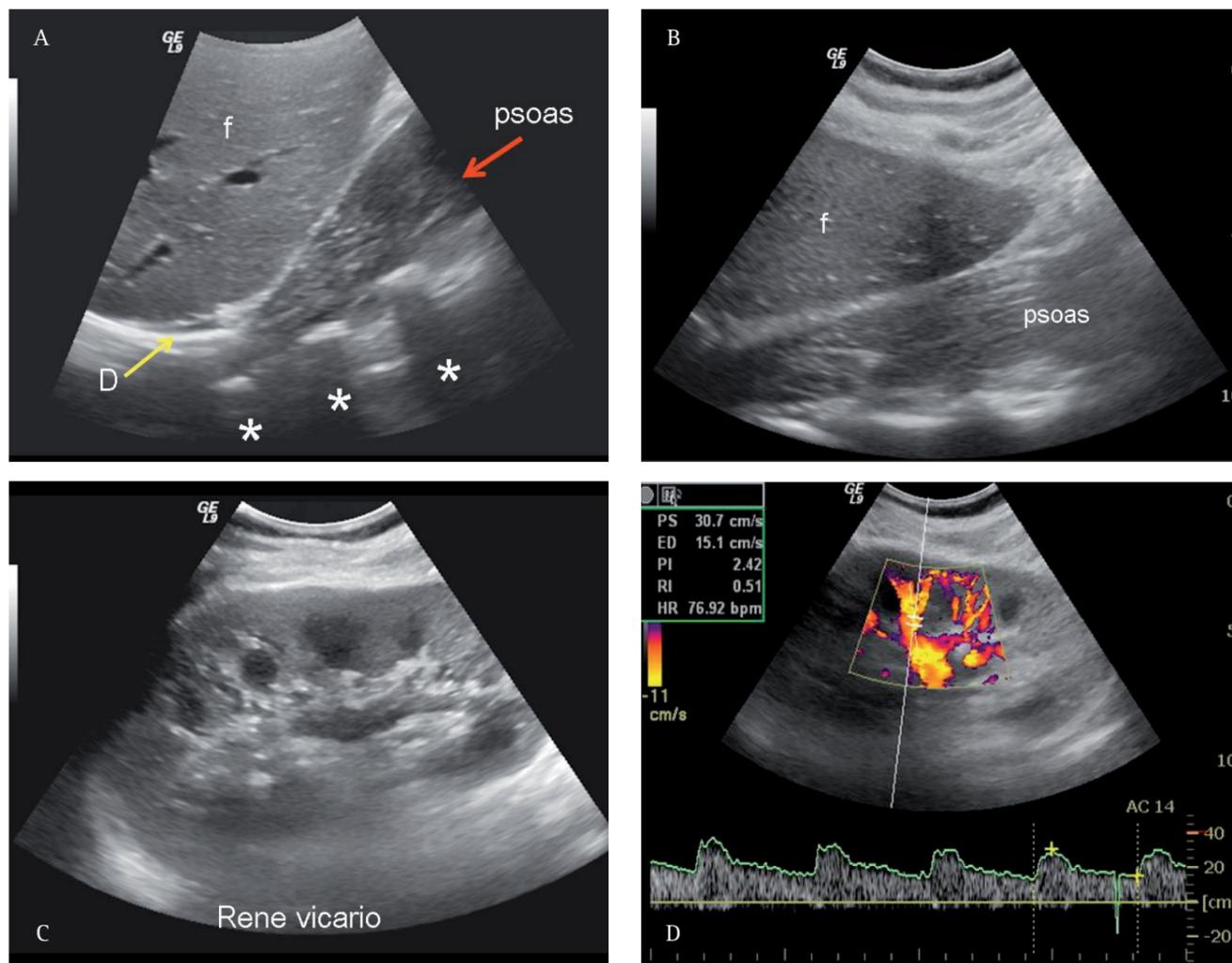


Fig. 76a, b, c, d. MONORENE CONGENITO. L'agenesia monolaterale va sospettata quando la loggia renale è disabitata (A e B) ed il rene controlaterale mostra un aspetto vicario (C) senza segni di compromissione del circolo intrarenale (IR = 0.51) (D). f = fegato; * = processi trasversi delle vertebre lombari; D = pilastro lombocostale del diaframma.

duncolo vascolare e l'assenza dello sbocco e del *jet* ureterale servono a confermare il sospetto di agenesia del rene e delle vie urinarie ipsilaterali. L'esame va concluso con lo studio delle vescicole, delle ampolle seminali, del sacco scrotale e del vaso deferente per escludere la presenza di cisti seminali, di agenesia/ipoplasia testicolare e di agenesia del funicolo spermatico (Fig. 77). Nella donna possono coesistere anomalie di fusione dell'utero o agenesia/ipoplasia dell'utero e della vagina. In presenza di un doppio sistema uterovaginale, uno dei due sistemi è spesso ostruito e può causare un ematocolpometra. La diagnosi ecografica di agenesia è suggestiva ma va confermata nei casi di maggior complessità con la scintigrafia renale o con la TC.

Nell'ipoplasia renale unilaterale l'ecografia può mostrare due quadri morfologici diversi: un piccolo rene normale ben differenziato o un rene dismorfo. Il rene ipoplasico vero è piccolo, normoconformato ed ha pochi calici e poche papille (5 o meno). Nell'adulto, la diagnosi differenziale fra rene ipoplasico e rene da malattia renale cronica può risultare estremamente difficile in assenza di segni anamnestici di ischemia, pielonefrite cronica o nefropatia cronica ostruttiva con dilatazione delle vie urinarie. Il rene ipoplasico conserva la morfologia di un piccolo rene normale con la colonna mesorenale. Per questo si differenzia dal rene ischemico cronico che mostra una marcata riduzione dello spessore corticomidollare con scomparsa della colonna mesorenale. Oltretutto, il tracciato velocitometrico dell'arteria principale è di tipo terminale e ad alta resistenza nel rene ischemico mentre presenta una morfologia normale con ampiezza ridotta nel rene ipoplasico. Poiché l'arteria del rene ipoplasico è talora difficile da evidenziare, molti casi restano insoluti anche perché al di fuori della storia clinica altre tecniche di imaging come la scintigrafia con DMSA o la TC non aggiungono altre notizie importanti.

Problemi diagnostici maggiori insorgono anche nella diagnosi differenziale fra rene ipoplasico dismorfo e rene terminale da malattia renale cronica. Infatti, non sempre è possibile distinguere un rene dismorfo ipoplasico da un rene terminale da pielonefrite cronica o nefropatia ostruttiva cronica. La marcata riduzione del volume renale, la presenza di noduli di iperplasia parenchimale compensatoria, la perdita di differenziazione cortico-midollare e l'iperrecogenicità diffusa sono presenti in entrambe le condizioni e rendono difficile la caratterizzazione del rene. Nel rene ipoplasico dismorfo l'arteria renale è piccola ma il velocitogramma e le resistenze periferiche sono normali. Al contrario, nel rene terminale l'arteria e la vena renale hanno un calibro normale, mentre la flussimetria parenchimale mo-

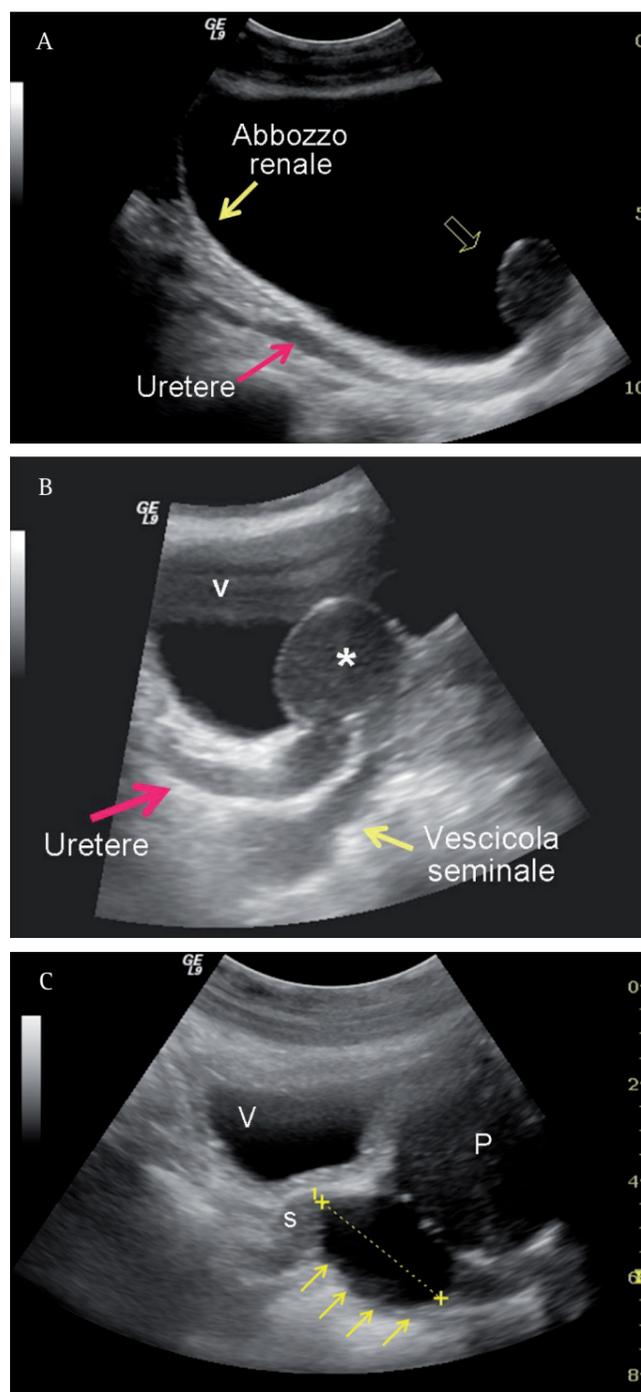


Fig. 77. MONORENE CONGENITO. ANOMALIE IPSILATERALI ASSOCIATE. L'esame di un monorene congenito va concluso con lo studio delle vescicole, delle ampolle seminali, del sacco scrotale e del vaso deferente per escludere la presenza di cisti seminali, di agenesia/ipoplasia testicolare e di agenesia del funicolo spermatico. Nel caso clinico riportato l'agenesia del rene destro (di cui si osserva un minuscolo abbozzo amorfo nella pelvi ove l'uretere si arresta a fondo cieco) (A) si accompagna a ureterocele (B) ed alla presenza di una fistola che pone in continuità l'ureterocele con la vescicola seminale destra malformata (ureterocele ripieno di materiale seminale). In questo caso non era presente mono-orchidismo. In (C) viene rappresentato il caso di una cisti del dotto eiaculatore destro. P = prostata; V = vescica; s = vescicola seminale destra.

stra un chiaro aumento delle resistenze parenchimali con caduta del flusso diastolico. In ogni caso bisogna ritenere che molti quadri di rene ipoplasico dismorfo, cioè di ipoplasia congenita, derivano da un insulto renale intrauterino che diventa difficilmente distinguibile da un danno renale acquisito⁽⁷⁸⁾.

L'agenesia bilaterale o **Sindrome di Potter** è un'evenienza assolutamente rara ed incompatibile con la vita. Il 40% dei feti muore in utero e la restante percentuale muore alla nascita a causa dell'ipoplasia polmonare associata ad oligoidramnios e piede equinovaro. In questi casi, l'ecografia del feto in gravidanza documenta l'oligoidramnios e non riesce mai ad evidenziare la presenza del rene e della vescica.

ECTOPIA RENALE ED ANOMALIE DI FUSIONE

Ectopia renale. Il rene ectopico è un'anomalia conseguente ad un'incompleta migrazione del rene dallo scavo pelvico alla fossa lombare durante la vita embrionale. L'ectopia è più frequente a sinistra e la variante più comune di ectopia (80% dei casi) è la dislocazione a livello della cresta iliaca e dello scavo pelvico (**Fig. 78**). In ecografia, il rene ectopico può presentare una morfologia, una struttura parenchimale ed un volume normali, ma nella gran parte dei casi è dismorfo e mostra una malrotazione di vario grado, associata ad una certa dilatazione delle vie escretrici. In ogni caso l'uretere è più corto che in condizioni normali⁽⁷⁶⁾. Il rene ectopico dimorfo può indurre nell'ecografista meno esperto il sospetto di una massa pelvica, di una massa intestinale o di una massa linfomatosa perché il colon dislocato nella fossa lombare può simulare un rene normale in sede⁽⁷⁷⁾. Il color Doppler è spesso dirimente perché dimostra una vascolarizzazione raggiata e sovrapponibile a quella normale nel rene ectopico. La brevità dell'uretere e il dismorfismo del sistema escretore sono alla base della diagnosi differenziale urografica con la nefroptosi dove l'uretere ha una lunghezza normale, ma sviluppa una serie di tortuosità a causa della dislocazione del rene. Nella maggior parte dei casi il rene ectopico è asintomatico e viene diagnosticato occasionalmente nel corso di esami eseguiti per altre motivazioni. Il rene ectopico, sprovvisto di grasso perirenale, è più soggetto ad infezioni per cui può presentare raramente un aspetto pielonefritico o idronefrotico. In letteratura sono stati descritti rari casi di ectopia renale intratoracica: questo si verifica quando l'ascesa del rene è maggiore rispetto a quella normale⁽⁷⁹⁾.

Il rene ectopico può essere dislocato nell'emilato ipsilaterale della pelvi e dell'addome o essere dislocato nell'emilato opposto. In questo caso si parla di ec-

topia renale crociata. L'ectopia renale viene detta crociata se il rene è localizzato sul versante opposto rispetto al decorso del suo uretere. Il rene crociato è co-

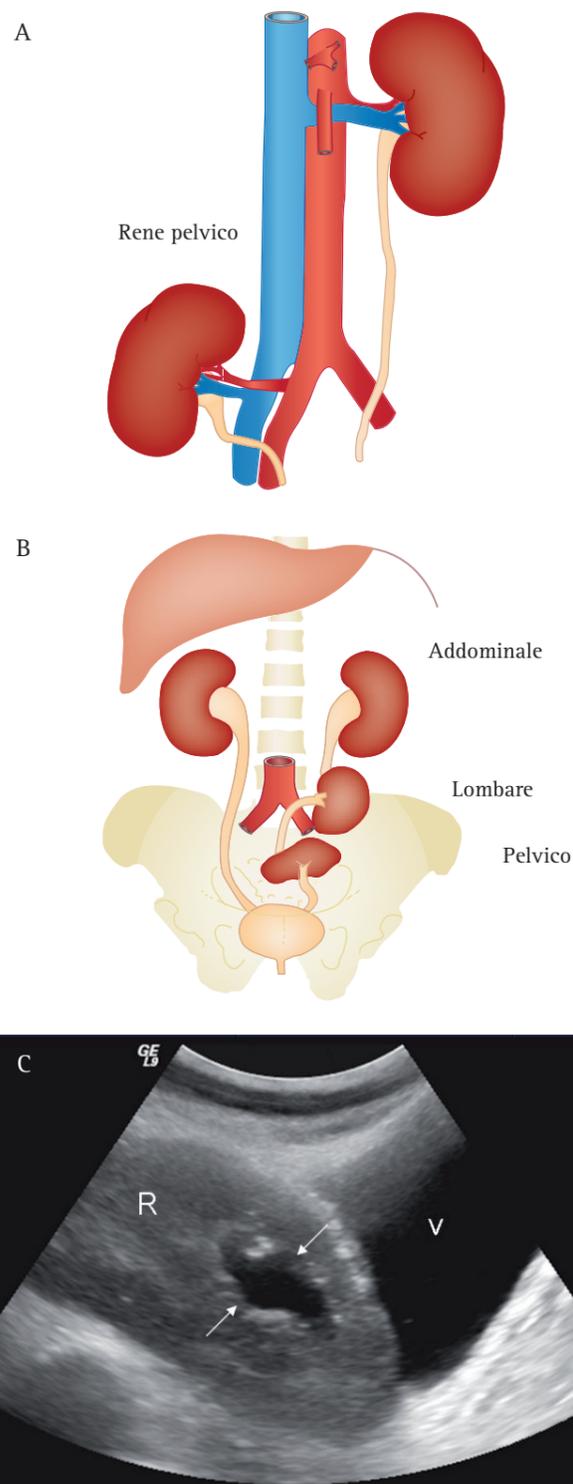
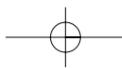


Fig. 78a, b, c. RENE ECTOPICO NELLO SCAVO PELVICO. Schema anatomico (A e B) ed immagine ecografica (C). V = vescica; R= rene ectopico presacrale; frecce piccole = ectasia settoriale del sistema escretore.



munemente malrotato ed è allocato sotto il rene ortotopico. Spesso coesistono anche anomalie di fusione (*rene fuso crociato*) (Fig. 79), mentre l'inserzione ureterale nel trigono è normale. Il rene fuso crociato è comunemente asintomatico, anche se mostra una morfologia ecografica complessa che simula una massa o *pseudokidney* disposta lungo il fianco destro o sinistro. Usualmente il rene fuso crociato conserva due sistemi escretori separati e viene facilmente diagnosticato con l'urografia. Un esame ecografico non attento può misconoscere il quadro e confonderlo con un'agenesia unilaterale o una massa lombare⁽⁸⁰⁾.

Il rene a focaccia è una rara forma di rene ectopico fuso disposto usualmente al centro della regione lombare o dello scavo pelvico. La normale morfologia renale non è ben riconoscibile e la marcata distorsione della pelvi e dei calici aggiungono ulteriori difficoltà all'analisi morfologica, sebbene la mancanza di entrambi i reni nella fossa lombare dovrebbe allertare l'ecografista sulla possibilità di un rene fuso ectopico⁽⁸¹⁾. Anche in questo caso il color Doppler aiuta nella diagnosi con la definizione della vascolarizzazione. La conferma diagnostica in questo caso come in altri di ectopia con fusione si ottiene con la scintigrafia con DMSA e la uro-TC.

Rene a ferro di cavallo. Il rene a ferro di cavallo è un'anomalia congenita che ricorre in 1 caso ogni 400 nati vivi. Da un punto di vista morfologico, l'anomalia consiste nella fusione dei poli inferiori dei due reni a livello di L₂-L₄, dinanzi all'aorta ed alla vena cava inferiore e dietro l'arteria mesenterica inferiore. La fusione conferisce al rene una forma ad U, ossia a ferro di cavallo con ansa aperta verso l'alto (Fig. 80). Il *ponte parenchimale* o *istmo di congiunzione* può essere costituito da parenchima renale funzionante o tessuto con-

tivo ed il suo spessore può variare significativamente così come la sua vascolarizzazione e struttura. La diagnosi di rene a ferro di cavallo è semplice e si basa sulla dimostrazione del ponte parenchimale preaortico (Fig. 81), la cui visualizzazione è raramente difficoltosa

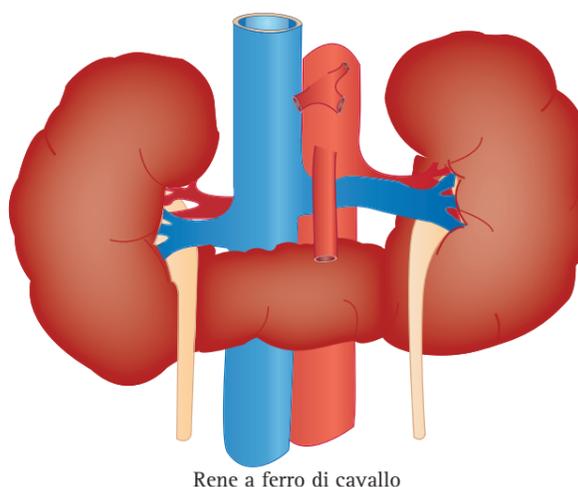


Fig. 80. RENE A FERRO DI CAVALLO. Schema anatomico.

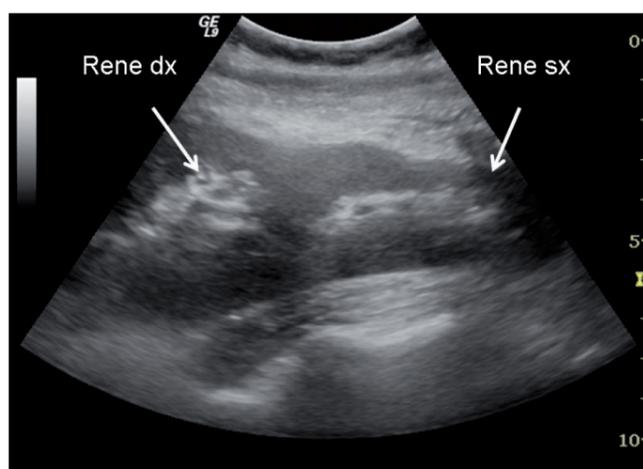


Fig. 79. RENE FUSO CROCIATO. Il rene crociato è comunemente malrotato ed è allocato sotto il rene ortotopico.

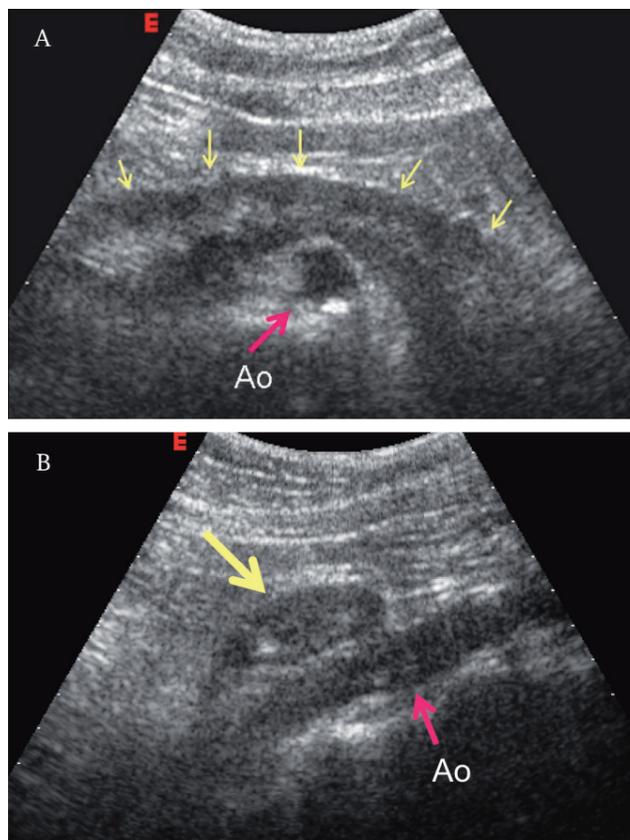
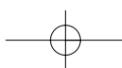


Fig. 81. RENE A FERRO DI CAVALLO. Scansione trasversale sull'aorta lombare a livello di L₂-L₄ (A). Scansione longitudinale (B). La presenza di un ponte parenchimale iperecogeno con un'esile stria centrale iperecogena è ben evidente in (A) e viene confermata nella scansione longitudinale.



sa o impedita dalla compressione fisica del paziente. La presenza dell'istmo può essere confusa con un aneurisma dell'aorta, una fibrosi retroperitoneale, una massa linfomatosa, un tumore pancreatico o una distensione ipotonica della 3^a-4^a porzione del duodeno⁽⁸²⁾. Il sospetto che induce alla ricerca del ponte parenchimale preaortico nasce dalla evidenza di una forma anomala dei reni o di un orientamento anomalo della pelvi e della giunzione ureteropielica (anterotazione). Spesso è la riduzione del diametro longitudinale ed il costante mascheramento del polo inferiore dietro al colon a spingere l'ecografista alla esplorazione del retroperitoneo mediano per escludere la presenza di un ponte parenchimale renale. Nel rene a ferro di cavallo le anomalie vascolari sono comuni ed il color Doppler evidenzia spesso arterie renali multiple con origine eterotopica dall'aorta lombare (Fig. 82) o dalle arterie iliache comuni. L'anterotazione della pelvi può accompagnarsi a stenosi del giunto pieloureterale, litiasi renale ed episodi infettivi. Peraltro, l'anomalia rappresenta di per sé un motivo di maggiore predisposizione sia alle malattie renali sia all'insorgenza di tumori renali.

All'urografia, l'asse longitudinale del rene sul piano sagittale appare completamente invertito ed anziché divergere verso il basso converge nel punto di fusione fra i due poli inferiori. I calici del polo inferiore sono usualmente mediali rispetto alla pelvi ed all'uretere, mentre la pelvi renale è spesso extrasinusale e malformata.

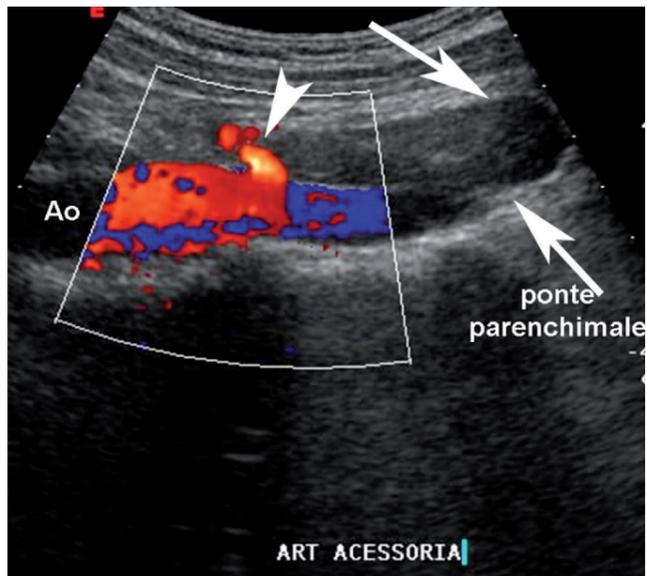


Fig. 82. RENE A FERRO DI CAVALLO. Vascolarizzazione. Nel rene a ferro di cavallo le anomalie vascolari sono comuni ed il color Doppler evidenzia spesso arterie renali multiple con origine ectopica dall'aorta lombare o dalle arterie iliache comuni. Testa di freccia = arteria renale ectopica in rene a ferro di cavallo.

ANOMALIE DI ROTAZIONE

La malrotazione è la più comune fra le anomalie del rene e si manifesta a causa di un'incompleta, eccessiva o erronea rotazione del rene sull'asse longitudinale. Durante la vita embrionale il rene migra verso la fossa lombare ruotando contemporaneamente di 90° in senso anteromediale. Una rotazione insufficiente o incompleta porterà la pelvi renale e la giunzione ureterale a presentarsi anteriormente (Fig. 83). Se viceversa la rotazione supera i normali 90° e si realizza un'iperrotazione, la pelvi renale si affaccerà posteriormente. L'anterotazione inversa, cioè la rotazione in senso anterolaterale, porterà la pelvi ad affacciarsi sul profilo anterolaterale del rene.

ANOMALIE DEI CALICI RENALI

Diverticolo caliceale. Durante lo sviluppo embrionale, le prime 3-5 ramificazioni della gemma ureterale si dilatano, confluiscono e si fondono fra loro per formare la pelvi renale e gli infundibuli dei calici. Quando una singola ramificazione della gemma non confluisce nel sistema collettore e rimane isolata, si forma una piccola sacca a fondo cieco, un diverticolo, che rimane in comunicazione con i calici o la pelvi tramite un esile colletto. In sostanza, il diverticolo caliceale è una formazione similcistica rivestita da epitelio transizionale e comunicante con il sistema collettore. In genere è unico, di piccole dimensioni (diametro <1 cm) ed è contenuto nel polo superiore del rene. Nella maggioranza dei casi è asintomatico e solo raramente diventa sintomatico per infezione del diverticolo o ostruzione del colletto (Fig. 84). La formazione di calcoli o di mi-

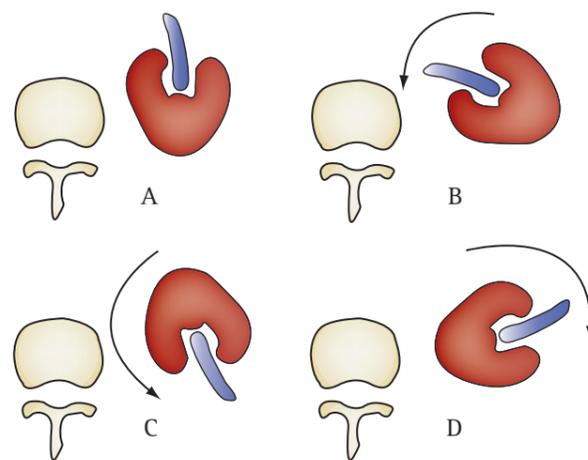


Fig. 83. MALROTAZIONE RENALE. Lo schema illustra le possibili anomalie di rotazione del rene: (A) rotazione incompleta; (B) anterotazione normale; (C) iper-rotazione; (D) rotazione anterolaterale o inversa.

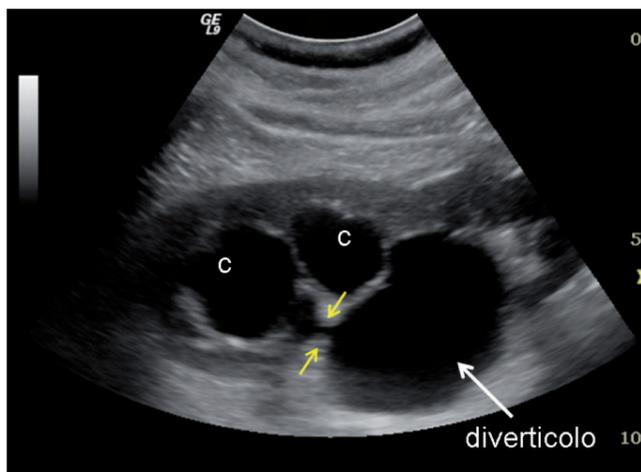
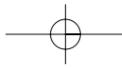


Fig. 84. DIVERTICOLO CALICEALE. Il diverticolo caliciale è una formazione similcistica rivestita da epitelio transizionale e comunicante con il sistema collettore. In genere è unico, di piccole dimensioni (diametro <1 cm) ed è contenuto nel polo superiore del rene. Nella maggioranza dei casi è asintomatico e solo raramente diventa sintomatico per infezione del diverticolo o ostruzione del colletto. Nel caso riportato il diverticolo determinava compressione del gruppo caliciale superiore. Il colletto diverticolare è indicato dalle piccole frecce gialle. C = calici corticalizzati.

croaggregati nel lume diverticolare (il cosiddetto “latte calcico”) è un’evenienza molto comune legata al ristagno di urina.

In ecografia il diverticolo appare come una piccola sacca o cisti a ridosso del complesso iperecogeno centrale del polo superiore. Quando il diverticolo è rotondeggiante, e mostra profili regolari e contenuto anecogeno, la diagnosi differenziale fra diverticolo e cisti è estremamente difficile, o impossibile se non si documenta la presenza di un colletto di comunicazione con il calice superiore. La presenza di microaggregati litiasici o di latte calcico nel lume può generare un cono d’ombra ed uno scintillio al color Doppler (*twinkling*) che facilitano la diagnosi differenziale. Questa va in ogni caso confermata con l’urografia ev e lo studio tardivo del sistema escretore per documentare un ristagno di contrasto nel diverticolo e la presenza di un colletto di comunicazione con il fornice del calice superiore.

Megacalicosi isolata congenita. La calicosi isolata è causata da un’ostruzione congenita dell’infundibulo caliciale. Morfologicamente è indistinguibile dal diverticolo, anche se da punto di vista anatomico le due formazioni sono assolutamente diverse in quanto il calice dilatato ha un suo fornice ed una sua papilla ed è completamente diverso dal diverticolo caliciale.

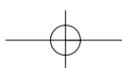
Megacalicosi congenita. La megacalicosi è una rara malformazione monolaterale caratterizzata da una dilatazione regolare dei calici minori in assenza di ostru-

zione o reflusso. Il volume del rene interessato è normale o modestamente aumentato. Ricordiamo brevemente che il numero di calici presenti in ciascun rene dipende dal numero di ramificazioni consecutive che la gemma ureterale subisce a ridosso del blastema metanefrico prima che la membrana cribriforme, ricoprendo la papilla, si perfori e scompaia. La megacalicosi consegue ad un numero più elevato ed inusuale di ramificazioni per cui il numero dei calici complessivi è maggiore. I calici derivanti dall’ultima ramificazione assumono un aspetto bombato e poligonale e si estendono verso la superficie esterna del rene. Nella megacalicosi il volume del rene non varia sostanzialmente e la dilatazione dei calici si realizza a spese della midollare mentre lo spessore della corticale resta normale. In altri termini, i calici minori si dilatano a spese della midollare simulando un’idronefrosi inesistente. La maggior parte dei casi di megacalicosi è asintomatica ed il rene interessato non mostra alterazioni funzionali. Spesso la megacalicosi si associa a megauretere.

L’ecografia evidenzia nel rene interessato una diffusa dilatazione dei calici minori con un apparente assottigliamento del parenchima, in assenza di dilatazione della pelvi e dei calici maggiori. Il contenuto dei calici è anecogeno. I caratteri morfologici non sono specifici ed il ricorso alle indagini di secondo livello si impone per la diagnosi differenziale con il rene a spugna midollare e con l’idronefrosi. L’urografia documenta una dilatazione diffusa dei calici minori che appaiono bombati e contrastano tardivamente a causa del riempimento più lento a causa del maggior volume. La fase escretiva è invece normale a differenza del ritardo escretivo che si osserva nelle forme ostruttive⁽⁸³⁾.

Anomalie congenite della pelvi renale e dell’uretere

Stenosi congenita del giunto pielo ureterale. La stenosi del giunto è la più comune causa di massa addominale nel neonato^(84, 85) (Fig. 85). Nel 70% dei casi è una stenosi funzionale e consegue ad una disposizione anomala ed irregolare delle fibre muscolari lisce nell’area del giunto o alla presenza di un eccesso di tessuto fibroso. Nel restante 30% dei casi la stenosi è di natura meccanica e dipende da un *kinking* dell’uretere, dalla presenza di valvole o dall’impronta di vasi accessori o aberranti (Fig. 86). La stenosi del giunto ostacola il riempimento e la peristalsi spontanea del sistema pielo-ureterale e causa idronefrosi di grado variabile con danno ostruttivo del pa-



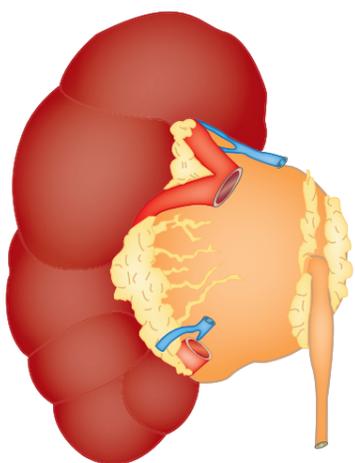


Fig. 85. STENOSI DEL GIUNTO. La stenosi del giunto è la più comune causa di massa addominale nel neonato. Nel 70% dei casi è una stenosi funzionale e consegue ad una disposizione anomala ed irregolare delle fibre muscolari lisce nell'area del giunto o alla presenza di un eccesso di tessuto fibroso.

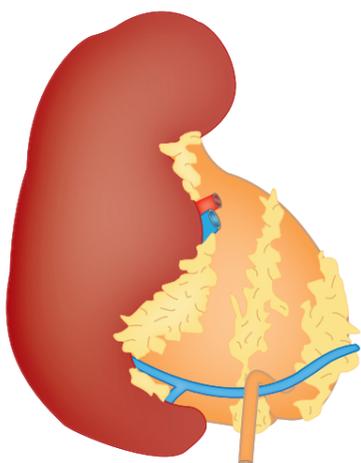


Fig. 86. STENOSI DEL GIUNTO. Nel 30% dei casi la stenosi è di natura meccanica e dipende da un *kinking* dell'uretere, dalla presenza di valvole o dall'impronta di vasi accessori o aberranti.

renchima renale. Un'ipotesi patogenetica considera come causa primaria della dilatazione una pelvi extrarenale dismorfica. La protrusione della pelvi dismorfica fra l'arteria renale principale e le arterie segmentarie o rami accessori del polo inferiore creerebbe la falsa impressione che la causa primaria dell'ostruzione sia la compressione dell'arteria principale o dei rami accessori. Secondo quest'ipotesi "funzionale" anche "l'impianto alto" dell'uretere è solo una conseguenza del dismorfismo pelvico più che la causa diretta della stenosi.

La maggior parte dei casi di stenosi del giunto viene diagnosticata con l'ecografia in epoca prenatale, ma un numero significativo di casi viene documentato solo in

età adulta poiché nella maggior parte dei casi la stenosi è clinicamente silente. In ecografia il quadro morfologico più comune è quello di un'idronefrosi con pelvi dismorfica, allungata o palloniforme, calici maggiori o minori dilatati, arrotondati e corticalizzati ed uretere sottogiuntale non dilatato nelle scansioni coronali sul seno. Naturalmente il grado di corticalizzazione dei calici e lo spessore parenchimale residuo variano in base alla gravità ed alla persistenza della stenosi. Per questo, i quadri ecografici variano significativamente da quello di una idronefrosi avanzata con un rene amorfo e trasformato in una sacca idronefrotica unica, similcistica, senza parenchima residuo (**Fig. 87**), a quadri di nefropatia ostruttiva cronica di vario grado (**Fig. 88**). Nel primo caso è molto difficile precisare l'esatto punto della stenosi giuntale anche con le indagini di secondo livello. Nelle for-

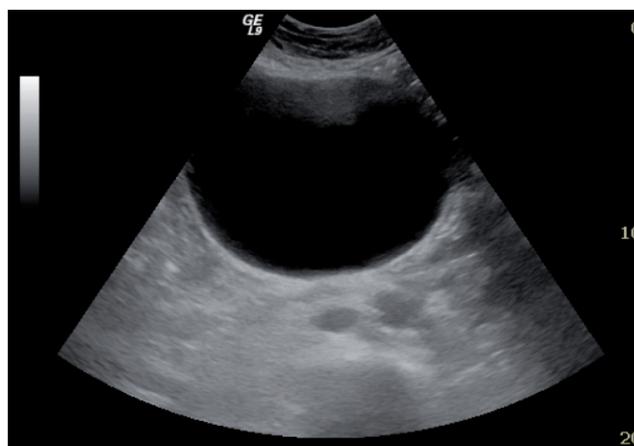


Fig. 87. STENOSI DEL GIUNTO. Il grado di corticalizzazione dei calici e lo spessore parenchimale residuo variano in base alla gravità ed alla persistenza della stenosi. Per questo, i quadri ecografici variano significativamente. In questo caso è presente un'idronefrosi avanzata con un rene amorfo e trasformato in una sacca idronefrotica unica (*), similcistica, senza parenchima residuo. R = rachide.

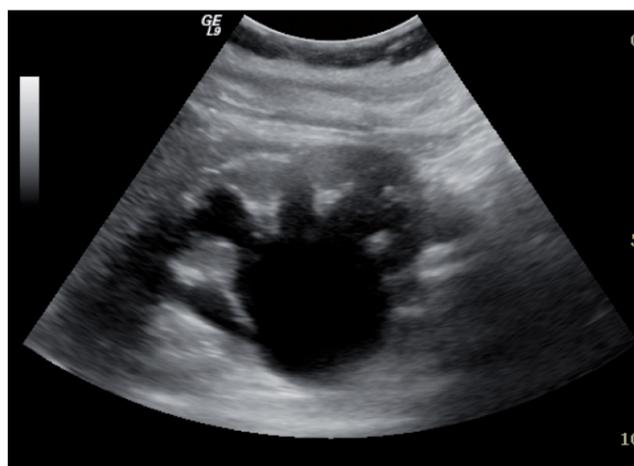
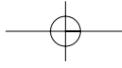


Fig. 88. STENOSI DEL GIUNTO. In questo caso la nefropatia ostruttiva cronica è di grado avanzato, ma permane un residuo parenchimale.



me lievi, in alcuni casi, il color Doppler può evidenziare in sede giunzionale la presenza di incroci con rami arteriosi e venosi. In urografia, la morfologia della pelvi e dei calici e l'opacizzazione ritardata sono i reperti più significativi di stenosi giunzionale. La pieloplastica chirurgica (Fig. 89) è considerata il trattamento di scelta, ma la stenosi può essere trattata anche con la pieloplastica percutanea e la pielotomia endoscopica. Nei casi di idronefrosi inveterata con corticalizzazione caliceale ed assottigliamento del parenchima, l'intervento deve essere preceduto da un pielostomia percutanea e da una scintigrafia per valutare preventivamente la funzione emuntoria residua e la capacità di recupero del rene ostruito.

Megauretere congenito. Il megauretere è una stenosi funzionale del tratto premurale dell'uretere che consegue ad un insufficiente sviluppo delle fibre muscolari longitudinali con perdita della peristalsi. Il terzo prossimale e distale dell'uretere è dilatato e ripiegato, mentre la pelvi ed i calici non sono generalmente coinvolti (Fig. 90). Occasionalmente il megauretere può associarsi a megacalicosi monolaterale. La maggior parte dei casi è asintomatica, ma l'anomalia può talora complicarsi con infezioni delle vie urinarie, dolore addominale tipo colica, ematuria ed urolitiasi^[66].

Uretere circumcavale o retrocavale. L'uretere circumcavale è una rara malformazione dell'uretere destro. L'anomalia consegue ad una mancata atresia della vena cardinale posteriore che viene ad assumere i caratteri del-

la vena cava inferiore. L'uretere si ritrova così a decorre non dinanzi alla vena cava inferiore, ma ad incrociarla e a circondarla posteriormente per un breve tratto. L'uretere retrocavale viene compresso dalla vena cava per cui il tratto prossimale si dilata e diventa tortuoso a causa dall'idroureteronefrosi. Dolori tipo colica renale, infezioni e litiasi sono le complicanze dell'uretere circumcavale. L'ecografia è in grado di documentare l'incrocio posteriore con la vena cava inferiore solo in presenza di idronefrosi per cui la conferma del sospetto diagnostico va ricercata con la TC⁽⁶⁰⁾ (Fig. 91).

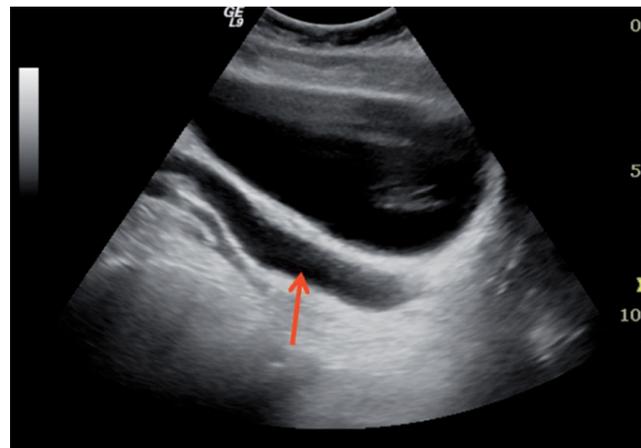


Fig. 90. MEGAURETERE CONGENITO. Il megauretere interessa il terzo distale ed il tratto medio dell'uretere mentre la pelvi ed i calici non sono, in genere, coinvolti. Nei casi di maggior gravità l'uretere dilatato si ripiega su se stesso, disegnando anse ed inginocchiamenti. Nel caso riportato il megauretere destro interessa il tratto distale. L'uretere pelvico è ben disegnato a ridosso della vescica (freccia rossa) mentre il tratto premurale mostra un improvviso restringimento.

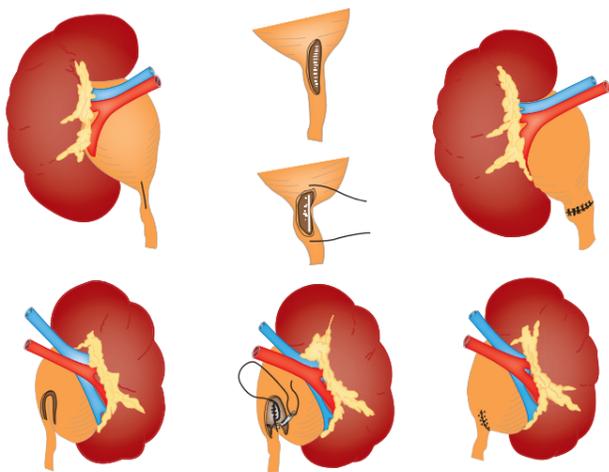


Fig. 89. PIELOPLASTICA DEL GIUNTO. La pieloplastica chirurgica è considerata il trattamento di scelta, ma la stenosi può essere trattata anche con la pieloplastica percutanea e la pielotomia endoscopica. Nei casi di idronefrosi inveterata con corticalizzazione caliceale ed assottigliamento del parenchima, l'intervento deve essere preceduto da un pielostomia percutanea e da una scintigrafia per valutare preventivamente la funzione emuntoria residua e la capacità di recupero del rene ostruito.

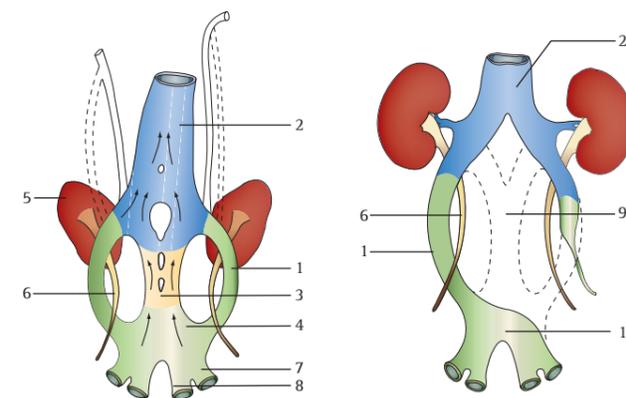


Fig. 91. EMBRIOGENESI DELL'URETERE RETROCAVALE (O CIRCUMCAVALE). A) schema normale dell'albero venoso in feto di 7 settimane. B) malformazione a termine di sviluppo. 1) in A: vena cardinale posteriore, in B: tratto di cava inferiore che ne deriva; 2) porzione di cava originata dalla fusione delle vene sottocardinali; 3) fusione delle vene sopra-cardinali; 4) abbozzo della v. iliaca comune; 5) metanefro; 6) uretere; 7) v. iliaca esterna; 8) v. iliaca interna; 9) tratto di atresia anomala delle vene sopra- e sotto-cardinali. (A. Bissi, P. Rigatti, L'uretere circumcavale, Chirurgia Arch. Trim. 1: N. 4 (supplemento). 1977).



Duplicazione calico-pielica. La duplicazione completa del sistema collettore è la più comune anomalia congenita delle vie urinarie e deriva dalla *duplicazione completa* della gemma ureterale che origina dal dotto mesonefrico di Wolff. La *duplicazione parziale o incompleta* della pelvi deriva invece dalla ramificazione precoce della gemma ureterale, prima che essa abbia raggiunto il blastema metanefrico da cui prende origine il rene definitivo. Si parla di duplicazione a Y quando i due ureteri si congiungono prima della confluenza in vescica (confluenza extravescicale a Y), mentre si parla di confluenza a V se la congiunzione dei due ureteri è intravescicale. La *pelvi bifida* è una variante intermedia in cui la duplicazione interessa solo la pelvi renale che confluisce in un unico uretere a livello della giunzione pieloureterale. Nella duplicazione completa l'uretere della pelvi inferiore si inserisce nella regione trigonale, mentre quello della pelvi superiore si inserisce comunemente nella porzione infero-mediale della vescica o in sede ectopica, accompagnandosi a stenosi orifiziale, ureterocele e reflusso vescico-ureterale (Fig. 92).

La maggior parte delle duplicazioni parziali e complete asintomatiche viene scoperta occasionalmente nel corso di indagini morfologiche eseguite per varie ragioni cliniche. In caso di duplicazione completa con ostruzione severa della pelvi superiore, la dilatazione delle vie urinarie può comprimere la pelvi inferiore. Il reflusso vescico-ureterale dell'abbozzo inferiore può

causare una cicatrice severa del polo inferiore. In caso di duplicazione incompleta con stenosi dell'uretere distale, la peristalsi può determinare un reflusso forzato da un uretere all'altro con un meccanismo a "yo-yo".

In ecografia, il complesso iperecogeno centrale appare suddiviso in modo completo da un setto di parenchima renale con struttura normale (Fig. 93a, b). In caso di duplicazione completa con ostruzione della pelvi superiore, l'ecografia evidenzia una formazione cavitaria similcistica nell'area corrispondente alla pelvi superiore. A sinistra, la duplicazione pielica può essere artefattuale per un fenomeno di rifrazione del fascio sul margine del polo inferiore della milza e del grasso perisplenico.

Ureterocele. L'ureterocele è una dilatazione pseudocistica del segmento intramurale ed è causato da una stenosi congenita dell'orifizio distale dell'uretere o dal-

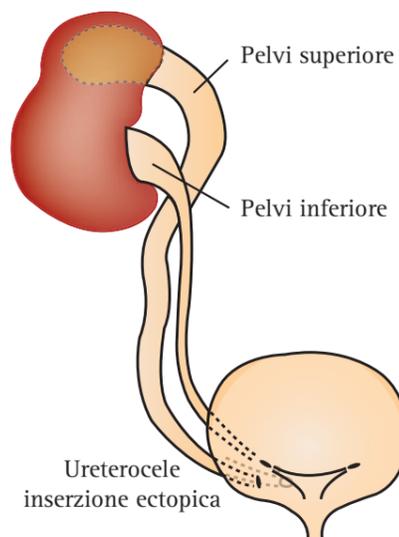


Fig. 92. DUPLICAZIONE CALICO-PIELICA. Nella duplicazione completa, l'uretere della pelvi inferiore si inserisce nella regione trigonale, mentre quello della pelvi superiore si inserisce comunemente nella porzione infero-mediale della vescica o in sede ectopica, accompagnandosi a stenosi orifiziale, ureterocele e reflusso vescico-ureterale.

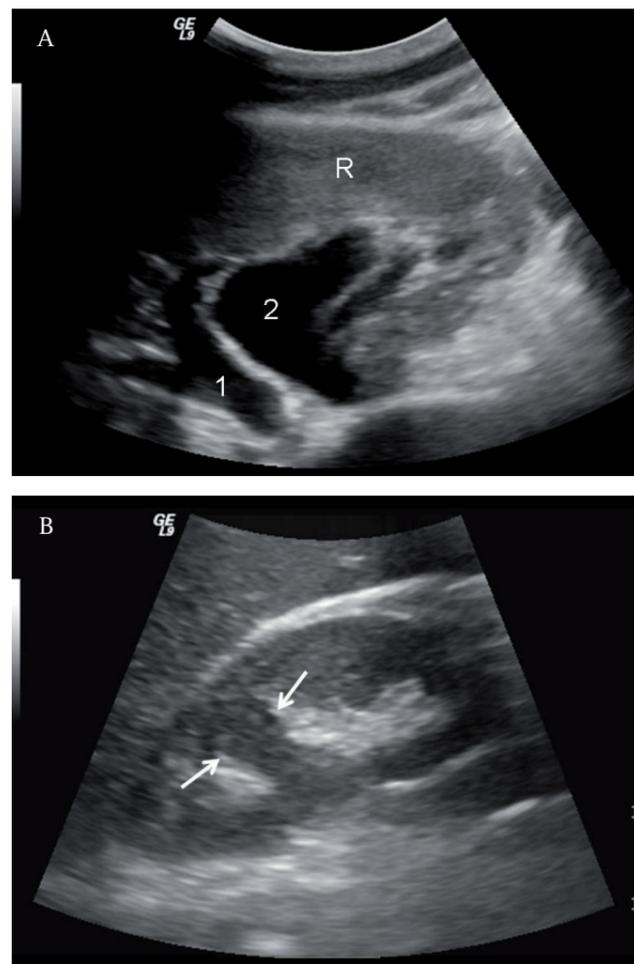
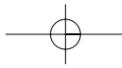


Fig. 93a, b. DUPLICAZIONE CALICO-PIELICA. (A) Duplicazione pielica completa (1) (2) con pelvi ipotoniche e modestamente dilatate. (B) Nell'immagine si evidenzia un setto parenchimale completo che divide la pelvi in due porzioni.



la persistenza di una valvola ureterale. La malformazione può essere mono o bilaterale e tende ad accrescersi progressivamente. Nei casi conclamati, il tratto intramurale dell'uretere assume l'aspetto di una sacca globosa o allungata che si aggetta in vescica. Il ristagno cronico di urina nella sacca può favorire la formazione di calcoli, l'insorgenza di infezioni e lo sviluppo di uroteliomi. L'ureterocele semplice si può manifestare in un sistema escretore peraltro normale associandosi ad ureteroidronefrosi omolaterale. L'ureterocele può raramente associarsi ad altre anomalie quali la duplicazione pelvica completa con stenosi dell'uretere dell'abbozzo pelvico superiore o di entrambi gli ureteri. La maggior parte degli ureteroceli semplici è asintomatica.

In ecografia, l'ureterocele appare come una formazione cistica rotondeggiante, semplice o complessa, che aggetta come un fungo nel lume della vescica a partenza dalla base vescicale e dal trigono. L'uretere a monte può essere dilatato o non dilatato⁽⁸⁴⁾ (Fig. 94).

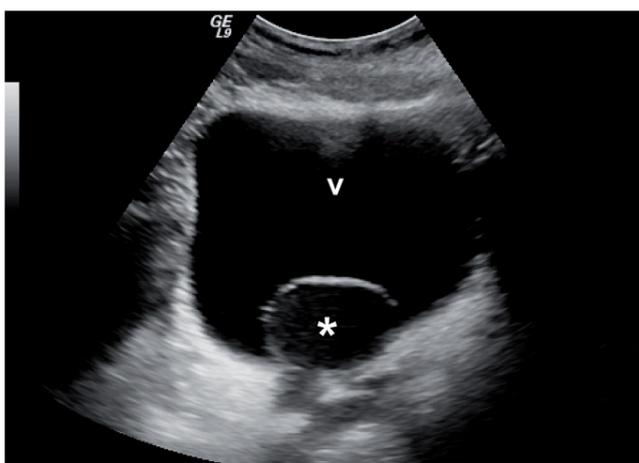


Fig. 94. URETEROCELE. L'ureterocele appare come una formazione cistica rotondeggiante, semplice o complessa, che aggetta come un fungo nel lume della vescica a partenza dalla base vescicale e dal trigono. L'uretere a monte può essere dilatato o non dilatato. V = vescica; * = ureterocele.

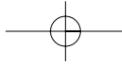
Inserzione ectopica dell'uretere. L'inserzione dell'uretere in sede extravescicale si associa comunemente a duplicazione completa della pelvi e dell'uretere, ad ostruzione o ad incontinenza urinaria. L'anomalia è più frequente nelle donne e nella duplicazione ureterale completa interessa comunemente l'uretere superiore. Lo sbocco ectopico può localizzarsi a livello dell'uretra posteriore, in vagina, nell'utero e nel legamento largo nella donna e nei vasi deferenti o nelle vescicole seminali nell'uomo.

Bibliografia

1. Langman J. *Medical embryology*. 4th Edition. Williams and Wilkins company, Baltimore 1981. 4a Edizione italiana. Piccini Nuova Libreria, 1987: Cap. 15. pp 240-271.
2. Tisher CG, Madsen KM. *Anatomia del rene*. In: Il rene. Brenner and Rector (Eds). 6^a Edizione italiana. Verduci Editore Roma, 2002. Cap. 1; pp 3-54.
3. Netter FH. *Reni, ureteri e vescica urinaria*. Shapter RK, Yonkman FF (Eds). Edizione Italiana Ciba-Geigy, 1982. Vol 2. pp 2-35.
4. Weiss RM. *Urocinamica del tratto urinario superiore*. In: Urocinamica - principi, pratica ed applicazioni. Ed. Italiana Momento Medico, 1996. 2nd Edition. Mundy AR, Stephenson TP, Wein AJ Eds. Churchill Livingstone, London 1995. Chap 6, pp 136-140.
5. McNeal JE. *Regional morphology and pathology of the prostate*. Am J Clin Pathol 1968; 49: 347-357.
6. Rosenfield AT, Taylor KJW, Grade M, DeGraaf CS. *Anatomy and pathology of the kidney by grey-scale ultrasound*. Radiology 1978; 128: 737-744.
7. Platt JF, Rubin JM, Bowermann RA, Maru CS. *The inability to detect kidney disease on the basis of echogenicity*. AJR 1988; 151: 317-319.
8. Rosenfield AT, Siegel NJ. *Renal parenchymal disease. Histopatologic-sonographic correlation*. AJR 1981; 137: 793-98.
9. Marchal G, Verbeken E, Ogen R et al. *Ultrasound of normal kidney: a sonographic, anatomic and histologic correlation*. Ultrasound Med Biol 1986; 12: 999-1009.
10. Bush WH, Cho JY, Chung JW, et al: *Normal findings and variations of the urinary tract*. In Radiology Illustrated, Uroradiology, Elsevier Science 2003, pp 1-4.
11. MacLachlan M, Wassermann P. *Changes in size and distensibility of the ageing kidney*. Br J Radiol 1981; 54: 488-491.
12. Roger SD, Beale AM, Cattell WR, Webb JAW. *What is the value of measuring renal parenchymal thickness before renal biopsy?* Clin Radiol 1994; 49: 45-49.
13. Meola M, Barsotti G, Buoncristiani E, et al. *Free-hand ultrasound guided renal biopsy: analysis of 650 consecutive cases*. Nephron 1994; 67: 425-430.



14. Yeh H, Milty HA, Wolf BS. *Ultrasound of renal sinus lipomatosis*. Radiology 1977; 124: 799-801.
15. Morin ME, Baker DA. *The influence of hydration and bladder distension on the sonographic diagnosis of hydronephrosis*. JCU 1979; 7: 192-194.
16. Cietak KA, Newton JR. *Serial qualitative maternal nephrosonography in pregnancy*. Br J Radiol 1985; 58: 399-404.
17. Peake SC, Roxburgh HB, Langlois S, Le P. *Ultrasonic assessment of the hydronephrosis of pregnancy*. Radiology 1983; 146: 167-170.
18. Pavlica P, Gaudiano C, Barozzi L. *Sonography of the bladder*. World J Urol 2004; 22: 328-34.
19. Kremer H, Dobrinski W, Mikyska M, Baumgartner M, Zollner N. *Ultrasonic in vivo and in vitro studies on the nature of ureteral jet phenomenon*. Radiology 1982; 142: 175-177.
20. Strehlau J, Winkler P, De La Roche J. *The uretero-vesical jet as a functional diagnostic tool in childhood hydronephrosis*. Pediatr Radiol 2003; 33: 253-255.
21. Resnick MI. *Ultrasonography of the prostate and testes*. J Ultrasound Med 2003; 22: 869-877.
22. Rifkin MD. *Ultrasound of the prostate*. 2nd Edition. Lippincott-Raven, Philadelphia-New-York, 1997.
23. Emamian SA, Nielsen MB, Pedersen JF, Ytte L. *Kidney dimensions at sonography: correlation with age, sex, and habitus in 665 adult volunteers*. AJR 1993; 160: 83-86.
24. Brandt TD, Neiman HL, Dragowski MJ, et al. *Ultrasound assessment of normal renal dimensions*. J Ultrasound Med 1982; 1: 49-52.
25. Hederstrom E, Forsberg L. *Accuracy of repeated kidney size estimation by ultrasonography and urography in children*. Acta Radiol 1985; 26: 603-606.
26. Ablett MJ, Coulthard A, Lee REJ et al. *How reliable are ultrasound measurements of renal length in adult? Brit J Radiol 1995; 68: 1087-1089.*
27. Miletic D, Fuckar Z, Sustic A, et al. *Sonographic measurement of absolute and relative renal length in adults*. J Clin Ultrasound 1998; 26: 185-189.
28. Akpınar IN, Altun E, Avcu S, et al. *Sonographic measurement of kidney size in geriatric patients*. J Clin Ultrasound 2003; 31: 315-318.
29. Jones TB, Riddick LR, Harpen, et al. *Ultrasonographic determination of renal mass and renal volume*. J Ultrasound Med 1983; 2: 151-154.
30. Hricak H, Lieto RP. *Sonographic determination of renal volume*. Radiology 1983; 148: 311-312.
31. Partik BL, Stadler A, Schamp S, et al. *3D versus 2D ultrasound: accuracy of volume measurement in human cadaver kidneys*. Invest Radiol 2002; 37: 489-495.
32. Emamian SA, Nielsen MB, Pedersen JF. *Intraobserver and interobserver variations in sonographic measurements of kidney size in adult volunteers. A comparison of linear measurements and volumetric estimates*. Acta Radiol 1995; 36: 399-401.
33. Rosenbaum DM, Korngold E, Teele RL. *Sonographic assessment of renal length in normal children*. Am J Roentgenol 1984; L 467-469.
34. Konus OL, Ozdemir A, Akkaya A, et al. *Normal liver, spleen, and kidney dimensions in neonates, infants, and children: evaluation with sonography*. Am J Roentgenol 1998; 171: 1693-1698.
35. Han BK, Babcock DS. *Sonographic measurements and appearance of normal kidneys in children*. Am J Roentgenol 1985; 145: 611-616.
36. Dinkel E, Ertel M, Dittrich M, et al. *Kidney size in childhood. Sonographical growth charts for kidney length and volume*. Pediatr Radiol 1985; 15: 38-43.
37. Rottenberg GT, De Bruyn R, Gordon I. *Sonographic standards for a single functioning kidney in children*. Am J Roentgenol 1996; 167: 1255-1259.
38. Khosroshahi HT, Tarzarni MK, Gojazadeh M, Bahluli A. *Color Doppler findings in transplanted kidneys and remnant kidneys of donors 6 to 12 months after kidney transplantation*. Transplant Proceed 2007; 39: 816-818.
39. Beacock CJM, Roberts EE, Rees RWM, Buck AC. *Ultrasound assessment of residual urine. A quantitative method*. Brit J Urol 1985; 57: 410-413.
40. Poston GJ, Joseph AE, Riddle PR. *The accuracy of ultrasound measurement of changes in bladder volume*. Br J Urol 1983; 55: 361-363.
41. Dudley NJ, Kirkland M, Lovett J, Watson AR. *Clinical agreement between automated and calculated ultrasound measurements of bladder volume*. Br J Radiol 2003; 76: 832-834.
42. Griffiths CJ, Murray A, Ramdsen PD. *Accuracy and repeatability of bladder volume measurement using ultrasonic imaging*. J Urol 1986; 136: 808-812.
43. Hakemberg OW, Ryall RL, Langlois SL, Marshall VR. *The estimation of bladder volume by sonocistoso-sonography*. J Urol 1983; 130: 249-251.



44. Rageth JC, Langer K. *Ultrasonic assessment of residual urine volume*. Urol Res 1982; 10: 57-60.
45. Manieri C, Carter SS, Romano G, et al. *The diagnosis of bladder outlet obstruction in men by ultrasound measurement of bladder wall thickness*. J Urol 1998; 159: 761-765.
46. Ronnberg L, Ylostalo P, Jouppila P. *Estimation of the size of the seminal vesicles by means of ultrasonic B-scanning: a preliminary report*. Fertil Steril 1978; 30: 474-475.
47. Vilmann P, Hancke S, Strange-Vognsen HH, et al. *The reliability of transabdominal ultrasound scanning in the determination of prostatic volume*. Scand. J Urol Nephrol 1987; 21: 5-7.
48. Doebler RW. *Transverse prostate measurement obtained using transabdominal ultrasound: possible role in transurethral needle ablation of the prostate*. Urology 2000; 66: 564-567.
49. Henneberry M, Carter MF; Neiman HL. *Estimation of prostatic size by suprapubic ultrasonography*. J Urol 1979; 121: 615-616.
50. Walz PH, Wenderoth U, Jacobi GH. *Suprapubic transvescical sonography of the prostate: determination of prostate size*. Eur Urol 1983; 9: 148-152.
51. Hough DM, List A. *Reliability of transabdominal ultrasound in the measurement of prostate size*. Austral Radiol 1991; 35: 358-360.
52. Tong S, Cardinal HN, McLoughlin RF et al. *Intra and inter-observer variability and reliability of prostate volume measurement via two-dimensional and three-dimensional ultrasound imaging*. Ultrasound Med Biol 1998; 24: 673-681.
53. Littrupp PJ, Williams CR, Egglin TK, Kane RA. *Determination of prostate volume with transrectal US, for cancer screening. Accuracy of in vitro and in vivo techniques*. Radiology 1991; 179: 49-53.
54. Bangma CH, Niemer AQ, Grobbee DE, Schroder FH. *Transrectal ultrasonic volumetry of the prostate: in vivo comparison of different methods*. Prostate 1996; 28: 107-110.
55. Sehgal CM, Broderick GA, Whittington R, et al. *Three-dimensional US and volumetric assessment of the prostate*. Radiology 1994; 192: 274-278.
56. Hodson J. *The lobar structure of the kidney*. Br J Urol 1972; 44: 246-261.
57. Lafortune M, Costantine A, Greton G, et al. *Sonography of the hypertrophied column of Bertin*. Am J Roentgenology 1986; 146: 53-56.
58. Hardwick D, Hendry GMA. *The ultrasonic appearances of the septa of Bertin in children*. Clin Radiol 1984; 35: 107-112.
59. Mahoney BS, Brooke-Jeffrey R, Laing FC. *Septa of Bertin: a sonographic pseudotumor*. JCU 1983; 11: 317-319.
60. Dunnick NR, Sandler CM, Amis ES, Newhouse JH. *Congenital anomalies*. In Textbook of Uroradiology, 2nd ed. Baltimore, Lippincot Williams & Wilkins, 1997, pp 15-43.
61. Carter AR, Horgan JG, Jennings Ta et al. *The junctional parenchymal defect: a sonographic variant of renal anatomy*. Radiology 1985; 154: 499-502.
62. Atlas S, W, Rochester D, Panella JJ, Larson R. *The utility of ultrasound in the diagnosis of wandering abdominal viscera*. JCU 1985; 13: 275-277.
63. Patel AS, Barber-Riley WP. *Symptomatic medial nephroptosis*. Brit J Radiol 1982; 55: 244-246.
64. Tisher CC, Madsen K. *Anatomia del rene*. In: Il Rene. Brenner and Rector. Brenner B Ed. 6a Edizione Italiana, Cap. 1: Pag. 3-65; Verduci Editore Roma, 2002.
65. Strandness DE. *Duplex ultrasound scanning*. In: Renal vascular disease. Novick A, Scoble J, Hamilton G (Eds). Saunders Company, London 1996. Chap 9: pp.119-133.
66. Meire HB. *Doppler*. In: *Abdominal and General Ultrasound*. Ed. Meire H, Cosgrove D, Dewbury K, Farrant P. Churchill Livingstone, London 2003. Chap. 6: pp. 81-113
67. Taylor JKW, Burns PN, Woodcock JP, Wells PNT. *Blood flow in deep abdominal vessels: ultrasonic pulsed Doppler analysis*. Radiology 1985; 487-493.
68. Platt JF, Ellis JH, Rubin JM. *Examination of the native kidneys with duplex Doppler ultrasound*. Semin Ultrasound CT MR 1991; 12: 308-313.
69. Keoghan MT, Kliewer MA, Hertzberg BS, et al. *Renal resistive indices: variability in Doppler measurement in a healthy population*. Radiology 1996; 199: 165-169.
70. Gill B, Palmer LS, Koenigsberg M, Laor E. *Distribution and variability of resistive index values in undilated kidneys in children*. Urology. 1994; 44: 897-901.
71. Terry JD, Rysavy JA, Frick MP. *Intrarenal Doppler: characteristics of aging kidneys*. J Ultrasound Med 1992; 11: 647-651.



72. Meola M. *Il color-Doppler nelle malattie vascolari del rene*. Giorn Ital Nefrol 2007; 24: 425-445.
73. Karasch T, Rubin J. *Diagnosis of renal artery stenosis and renovascular hypertension*. Eur J Ultrasound 1998; 7(S3): S27-S39.
74. Wei K, Le E, Bin JP et al. *Quantification of renal blood flow with contrast-enhanced ultrasound*. JACC 2001; 37: 1135-1140.
75. Buschi AJ, Harrison RB, Brenbridge AN et al. *Distended left renal vein: CT/sonographic normal variant*. AJR 1980; 135: 339-342.
76. Meyers MA, Whalem JP, Evans JA, Viamonte M. *Malposition and displacement of bowel in renal agenesis and ectopia: new observations*. AJR 1973; 117: 323-333.
77. Mascatello V, Lebowitz RL. *Malposition of the colon in left renal agenesis and ectopia*. Radiology 1976; 120: 371-376.
78. Friedland GW. *Developmental and congenital anomalies of the urinary tract*. In: Uroradiology of the urinary tract: an integrated approach. Friedland GW, Filly R, Goris ML et al (Eds). Churchill-Livingstone, New-York, 1983. pp. 1483.
79. Milovic IS, Oluic DI. *Thoracic renal ectopia*. Br J Radiol 1988; 62: 183-184.
80. Cho JY. *Congenital anomalies of the upper urinary tract*. In Kim SH. R et al (Eds) Radiology illustrated. Uroradiology. Chap 2: pp 29-68.
81. Barbaric ZL. *Congenital disease of the Kidney*. In: Principles of genitorurinary radiology. Barbaric ZL Ed. Thieme Medical Publishers, Inc. New-York, 1991. Chap 5: pp 69-92.
82. Mindell HJ, Kupic EA. *Horseshoe kidney: ultrasonic demonstration*. AJR 1977; 129: 526-527.
83. Garcia CJ, Taylor KJW, Weiss RM. *Congenital megacalyces. Ultrasound appearance*. J Ultrasound Med 1987; 6: 163-165.
84. Talner LB. *Urinary obstruction*. In: Grainger RG, Allison DJ (Eds). Diagnostic radiology. Churchill-Livingstone Edinburgh, 1997 p. 1419.
85. Meola M, Giuliano G, Morelli E, et al. *Ultrasound diagnosis of suspected urinary tract obstruction using a stimulated diuresis test*. Nephron 1995; 71: 143-148.
86. Vargas B, Lebowitz RL. *The coexistence of congenital megacalyces and primary megaureter*. AJR 1986; 147: 313.
87. Madeb R, Shapiro I, Rothschild E et al. *Evaluation of ureterocele with Doppler sonography*. J clin Ultrasound 2000; 28: 425-429.