الباب السابع عشر

« الجهاز البولي، توازن الماء والكهارل »

الكلية (البنية)

تؤدّي الكليتان والطرق البولية للجسم سلسلة من المهام التنظيمية الهامة للحياة: فمع البول الذي تنتجه الكليتان تُطرَح نواتج الاستقلاب النهائية، فضلاً عن أن طرح المواد الغريبة، كالأدوية والمواد البيئية الضارة، يتكفّل بإزالة السموم من الجسم. كما تحافظ الكليتان على توازن الماء والكهارل وتصونان التوازن الحمضي- الأسسي في الجسم. أخيراً تنتج الكليتان هرمون الرينين (الهام في توازن الكهارل والضغط الدموي) والإرتروبويتين (الهام في تكوّن الدم) وتجعل الجسم يستفيد من فيتامين D. أما المصطلح الطبي التخصّصي المتعلّق بعلم الكليتين وأمراضهما فيُدعى بـ مبحث الكلى، بينما تدخل الطرق البولية في مبحث الجهاز البولي. ولكن هذين الفرعين يتقاطعان في الممارسة.

الموقع والمظهر ❶❷:

تقع الكليتان أسفل الحجاب الحاجز أيمن وأيسر العمود الفقري في الحيّز خلف جوف البطن (الجوف خلف الصفاق)، هذا يعني في منطقة الظهر، تحميهما الأضلاع في جزء كبير منهما (الشكل رقم ١). شكل الكلية منحنٍ كحبة الفاصولياء ولونها بنّي ومتوسط طولها ١١ سم ووزنها ١٥٠ غ. يقبع فوق الكلية الكظر المنتج للهرمونات. نميّز في باطن الكلية من الداخل إلى الخارج حوض الكلية (الحويضة) ولبّ الكلية وقشرة الكلية. تصبّ الأوعية (الشريان والوريد الكلويان والأوعية اللمفاوية) والحالب والأعصاب في انخفاض عند منتصف حافة الكلية حيث تبدأ حويضة الكلية، وهي تجويف لجمع البول، تمتلك استطالات كأسية الشكل (كؤيسات الكلية) تصبّ فيها حليمات أهرامات لبّ الكلية التي تنقل البول إلى الحويضة. تحيط بالكلية محفظة حامية من الشحم والنسيج الضام (الشكل رقم ٢).

تخترق الكلية جملة معقّدة من الطرق الدموية تسمح لها بأداء وظائفها. يتفرّع الشريان الكلوي بشكل متزايد، وأخيراً ينتهي بشكل كبيبي في داخل نحو ١ مليون من الكبيبات الكلوية في قشر الكلية، والتي ينشأ فيها البول الأولي عن طريق التصفية.

البنية الدقيقة :

تُدعى أصغر وحدة وظيفية في الكلية بـ الكليون. يتألّف كل كليون من الكبيبة والجهاز النبيبي التابع لها، وهو يمثّل أصغر الأقنية البولية. يبلغ حجم الكبيبة الكلوية دائرية الشكل ٠,٢ - ٠,٣ مل تقريباً، وهي تُرى بالعين المجردة كنقطة حمراء في قشرة الكلية. تحتوي الكلية على ما يقرب من ١ مليون من الكليونات. والنتيجة النهائية لنشاط الكليونات هي طرح البول.

الكبيبات الكلوية ❸:

تتألّف كل كبيبة (الشكل رقم ٣) في داخلها من كبيبة ملتفّة من الأوعية المجهرية تحيط بها محفظة بومان التي تمثّل، بوصفها نوع من وعاء تلقّف، بداية الجملة البولية الأنبوبية. يجري ترشيح البول من عرى الكبيبات عبر أغشية مختلفة (بطانة الشعيرات، الغشاء القاعدي، الوريقة الداخلية لمحفظة بومان)، فيخرج الماء وجزيئات المصوّرة الصغيرة، بينما يُحتفَظ بالكريات الحمر والبيض والصفيحات وجزيئات المصوّرة الكبيرة. (لا يمكن للبروتينات عبور هذه المرشحة في الأحوال العادية، وإذا عبرتها، عكّرت البول وأشارت إلى وجود المرض). يُسمّى السائل الناشئ البول الأولي أو الرشاحة الكبيبية، ويُدعى موقع دخول وخروج الدم بالقطب الوعائي للكبيبة الكلوية، بينما تخرج الرشاحة عند القطب البولي المقابل إلى الجملة البولية الأنبوبية.

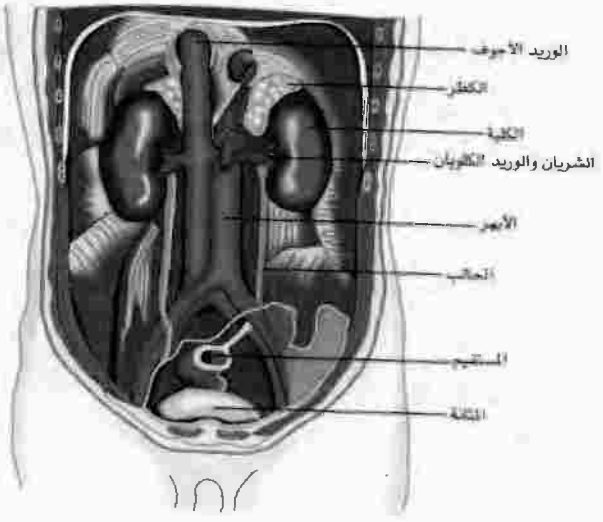
الجهاز النبيبي :

يبدأ الجهاز النبيبي أولاً عند القطب البولي بنبيب (النبيب الداني) يتّجه من قشرة الكلية نحو الداخل إلى لبّ الكلية، وهناك ترسم القناة قوساً على شكل حرف U (القطعة الناقلة) وترتدّ كنبيب قاصٍ عائدةً بالاتجاه المعاكس. يُدعى هذا الجزء

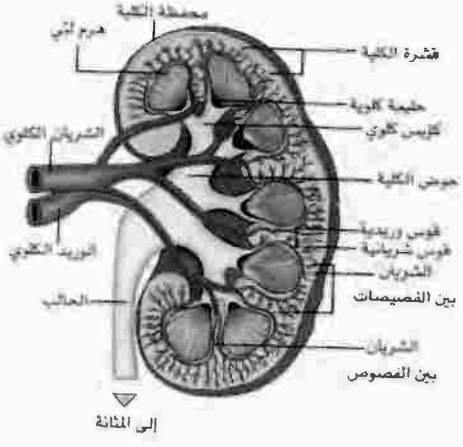
بمجمله بـ عروة هنلي. تُحاط هذه العروة بشبكة شعرية لصيقة من الشرينات. وعند القطب الوعائي يلامس النبيب الكبيبة مرة أخرى. وتُسمّى نقطة التماس هذه الجهاز مجاور الكبيبة. يجري في الجهاز النبيبي تركيز البول بشدّة، ويُحمَّل بنواتج الاستقلاب ويُواصَل نقله كـ بول ثانوي. ويتشكّل في الجهاز مجاور الكبيبة هرمون الرينين بالتماس مع الشرين.

يجري تركيز البول الثانوي مرة أخرى في الأنابيب الجامعة ويُنقَل إلى الحويضة ومنها يصل البول عبر الحالب إلى المثانة.

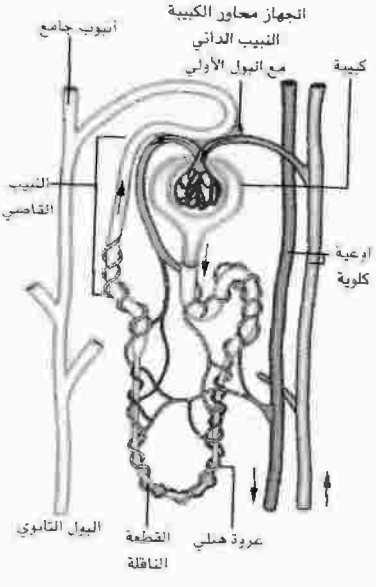
❶ موقع الكليتين والحالبين



❷ مقطع طولي في الكلية



❸ كبيبة كلوية



الكلية (البنية)

الكليتان، طريقة العمل

الكليتان مسؤولتان عن ترشيح الدم وتنقيته من نواتج الاستقلاب التقويضي.

ضغط الترشيح ❶❷:

يبلغ عدد الكبيبات حوالي ١ مليون كبيبة، ويجري في كل كبيبة (جسم كلوي) ترشيح الدم والحصول على البول الأولي (الشكل رقم ١). وهنا يلعب الضغط السائد دوراً هاماً في التنظيم الذاتي لهذه الجملة. يتطلّب دفع السائل في الكبيبات من الدم عبر أغشية الترشيح المختلفة (الخلايا البطانية والغشاء القاعدي والوريقة الداخلية لمحفظة بومان) ضغطاً معيّناً. ويبلغ الضغط الفعّال في الطرق الدموية الملتفّة على شكل كؤيس في الكبيبة (ضغط الترشيح الكبيبي) حوالي ٨ ملم زئبق (الشكل رقم ٢). وهو ينشأ عن الضغط الدموي السائد في العرى الكبيبية (حوالي ٥٠ ملم زئبق) وينخفض بالقوى المضادة في الكبيبة (الضغط التناضحي الغرواني، الضغط المائي السكوني في محفظة بومان). أما السائل الراشح فهو البول الأولي، ويُسمّى الرشاحة الكبيبية أيضاً.

بهذه الطريقة تنتج الكليتان عند الشخص البالغ ١٢٠ مل من الرشاحة في الدقيقة إجمالاً. وتُدعى هذه القيمة بـ معدّل الترشيح الكبيبي. وتبلغ الكمية الإجمالية في اليوم ١٨٠ لتراً.

التنظيم الذاتي في جملة الترشيح ❸:

عندما يكون ضغط الترشيح الفعّال في الكبيبة مرتفعاً أكثر مما ينبغي، تُدفَع كمية من الرشاحة أكبر من اللازم عبر الأغشية وتزداد كمية البول، ولكن تركيزه ينخفض. وهكذا يفقد الجسم الماء أكثر مما ينبغي متعرِّضاً لخطر التجفاف. أما إذا كان الضغط أقلّ مما ينبغي، فلا يعود بالإمكان دفع كل المواد الضارة عبر أغشية الترشيح، وينقص إنتاج البول (قلّة البول) أو يتوقّف (زُرام)، وقد يحدث قصور كلوي حاد.

بما أم ضغط الدم الوارد إلى عروة الكبيبة يتقلّب في الواقع، تمتلك الكليتان جملة تنظيم ذاتي فعّالة للغاية تقوم بضبط القيمة آلياً على الضغط المطلوب والبالغ ٥٠ ملم زئبق. ويتم تحقيق هذا التنظيم الدقيق عن طريق عضلات الأوعية الدموية في الكبيبة بشكل رئيس: فهي تتقلّص أو تسترخي حسب الضغط الدموي، وبذلك تغيّر من ضغط الترشيح (الشكل رقم ٣).

تعمل جملة التنظيم الذاتي هذه بشكل موثوق، ما دام الضغط الدموي في الجسم يتقلّب في المجال الواقع بين ٩٠ و١٩٠ ملم زئبق. أما إذا انخفض الضغط الدموي متجاوزاً ٨٠ ملم زئبق فتصاب الكليتان بالقصور.

الاسترجاع في الجهاز النبيبي ❹:

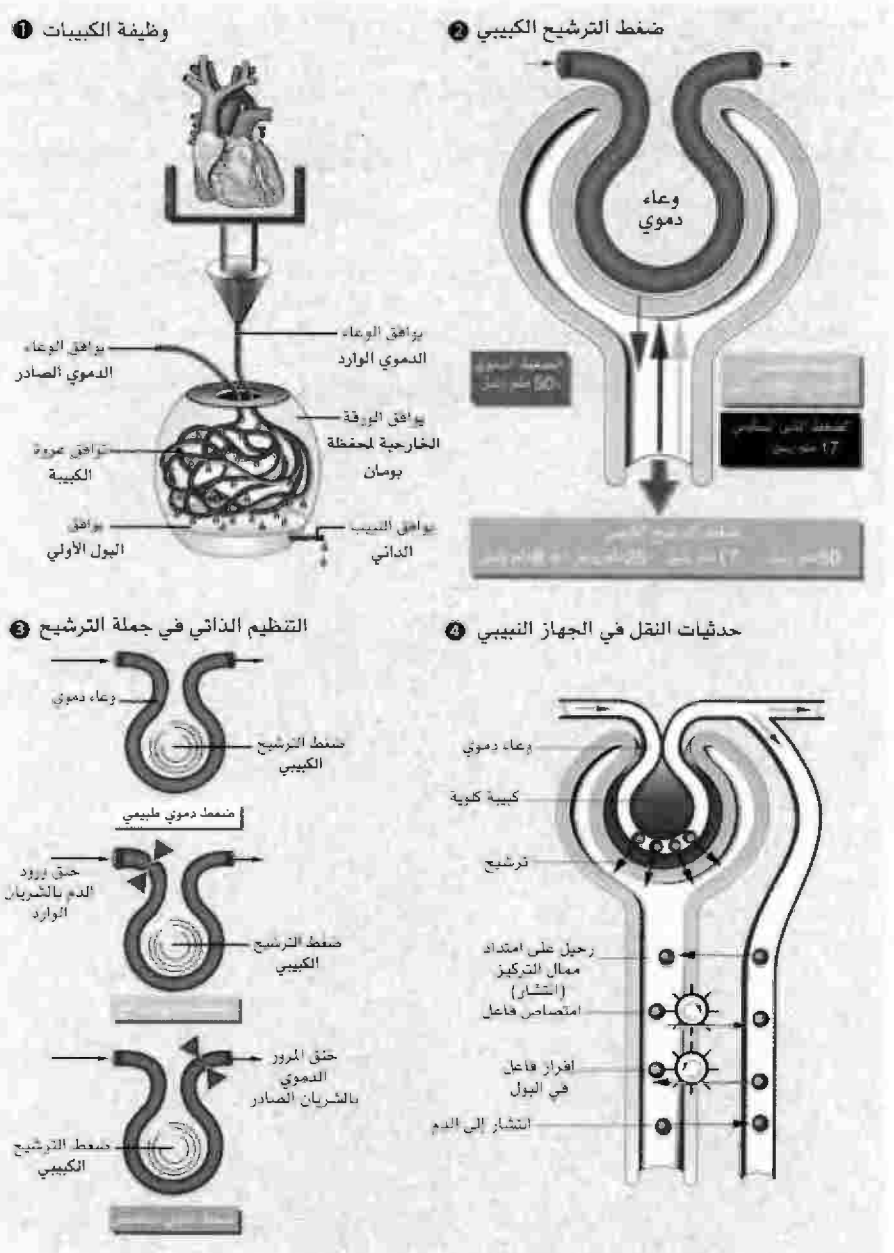
صحيح أنه يتم إنتاج ١٨٠ لتراً من الرشاحة الكبيبية يومياً، ولكنها لا تُطرَح كبول: وإلاّ أدّى هذا إلى التجفاف وخسارة الأملاح والمواد الغذائية المحتواة في هذه البول الأولي. من هنا يجري استرداد ٩٩٪ من الماء، ويتحوّل ما تبقّى فقط إلى بول ثانوي، كما يتم استرجاع مواد أخرى هامة من الرشاحة أيضاً.

تجري هذه العملية في الجهاز النبيبي (> ص. ٢٣٢). تخرج القنيّة البولية أولاً من الكبيبة، وبعد تشكيلها قوساً على شكل حرف U تعود بالاتجاه المعاكس قبل أن تصبّ أخيراً في الأنبوب الجامع باتجاه الحويضة. يلتفّ حول عروة هنلي هذه شبكة من الأوعية الدموية.

إلى جانب الماء يتم استرجاع الأملاح (من بينها الصوديوم) والسكر والحموض الأمينية ومواد عضوية أخرى. يوجّه عملية الاسترجاع الهرمونان ألدوستيرون وأديوريتين. وتعبر المواد المختلفة خلايا النبيب البولي إلى الطرق الدموية المحيطة. ويرجع الماء جزئياً عبر الضغط التناضحي إلى الدم. كما يُجترَف الماء والمواد المحلولة الأخرى (كالكلوريد) من قبل الصوديوم المنتقل أيضاً. وهكذا يُعاد الجزء الأكبر من المواد الراشحة إلى الدوران الدموي ثانيةً (الشكل رقم ٤). يحتوي البول الثانوي، إلى

جانب الماء، على يوريا وحمض البول قبل كل شيء. ويحدث هذا الاسترجاع أو بالأحرى تركيز البول في عروة هنلي، وجزئياً في الأنابيب الجامعة التالية أيضاً.

لا تستطيع هذه الجملة أن تعيد إلى الدم ثانيةً سوى كميات قصوى محدَّدة من كل مادة راشحة. وعند السكريين غالباً ما يتم تجاوز هذا الحد الأعلى بالنسبة للسكر (> ص. ٣١٨)، ويصل الباقي منه إلى المثانة (بيلة غلوكوزية)، حيث يوفِّر تربة خصبة للجراثيم مما قد يسبب التهابات في الطرق البولية. يمكن للأدوية المدرّة للبول (المُبيلات أو مدرّات البول)؛ أن تضر بآلية الاسترجاع فهي غالباً ما تقلل من استرجاع الصوديوم إلى الدم وبالتالي انتقال الماء، فتزداد كمية البول. فضلاً عن أنه يزيد طرح البوتاسيوم، والذي لا بد من تعويضه.



الكليتان، طريقة العمل

البول وكشف الأمراض

بعد ترشيح الدم والاسترجاع التالي للماء والمواد الغذائية الهامة عبر الكليتين إلى الدوران يتبقّى كمية وفيرة من المواد هي البول (حوالي ١,٥ لتر يومياً). يوفّر تركيب البول دلالات هامة على أمراض الكليتين والأمراض الخمجية الأخرى.

التركيب الطبيعي :

يتكوّن البول من الماء بالدرجة الأولى، ثم من اليوريا وحمض البول والكرياتينين، إضافةً إلى ملح الطعام والأملاح الأخرى، وأخيراً الفسفات والحموض العضوية. تبلغ حصّة الماء في البول ٩٥٪. واليوريا ناتج نهائي لاستقلاب البروتينات وتنشأ في الكبد (الطرح اليومي في البول: ٢٥ غ). وحمض البول هو ناتج تقويضي آخر لاستقلاب البروتينات (١ غ). أما الكرياتينين فينشأ عن استقلاب العضلات واللحم الوارد مع الطعام (١,٥ غ). وملح الطعام الحصّة الأكبر بين الأملاح (١٠ غ). ويحتوي البول، إضافةً إلى ذلك، على كميات كبيرة من الفسفات (٣ غ).

يعود اللون الأصفر للبول إلى مولّد اليوروبيلين بالدرجة الأولى (ناتج تقويضي لخضاب الدم) واليوروكروم (ناتج استقلابي).

المكوّنات في الأمراض ❶ :

تشير مكوّنات البول التالية إلى وجود أمراض: البروتينات، السكر، الكريات الحمر والبيض، الأجسام الكيتونية، بعض البلّورات التي تُسمّى أسطوانات، الخمائر، الجراثيم (الشكل رقم ١). ويتم إثبات وجودها على سبيل المثال بوساطة شرائط اختبار مطلية بمواد كيميائية تتفاعل بتغيّر لونها، أو بالفحص المجهري للثفالة البولية التي تترسّب كمكوّن صلب بعد التنبيذ.

إذا احتوى البول على أكثر من ١٥٠ مغ البروتينات في اليوم (بيلة بروتينية)، فقد يشير هذا إلى أن الكليتان لا تعملان على الوجه الصحيح (بعد خمج مثلاً). إنما قد

يكون السبب أيضاً أدوية أو فرط إجهادات أو أمراض داخلية أخرى. وينتج عن ازدياد طرح البروتينات نقص البروتين في الدم الذي يؤدّي إلى الوذمات وإلى ارتفاع محتوى الدم من الدسم (المتلازمة الكلائية).

قد يشير السكر (الغلوكوز) في البول (بيلة غلوكوزية) إلى داء سكري غير مُعالَج أو مُعالَج بشكل خاطئ. أما وجود الكريات الحمر في البول (بيلة دموية) فله عدة تأويلات: أمراض الكلية، كسرطان الكلية مثلاً، مرض أو أذية في الطرق البولية، بالخمج مثلاً، حصيات كلوية، ميل مشتدّ إلى النزف، تلوّث بدم الحيض. إذا وُجِد عدد كبير من الكريات البيض في البول (بيلة الكريات البيض)، كان السبب عادةً خمجاً في الكليتين أو الطرق البولية. يشير وجود الأجسام الكيتونية إلى اضطراب استقلابي في بناء الدسم، خصوصاً عند السكريين. أما البلّورات فلا تمثّل علامة مرضية في الواقع، إنما قد تشير إلى بداية تشكّل حصيات كلوية. وتنشأ التشكّلات الأسطوانية (من الكريات الحمر أو البيض أو من البروتينات) عن الكليتين، وغالباً ما تكون علامة على مرض كلوي. أخيراً يشير وجود الخمائر والجراثيم إلى الخمج.

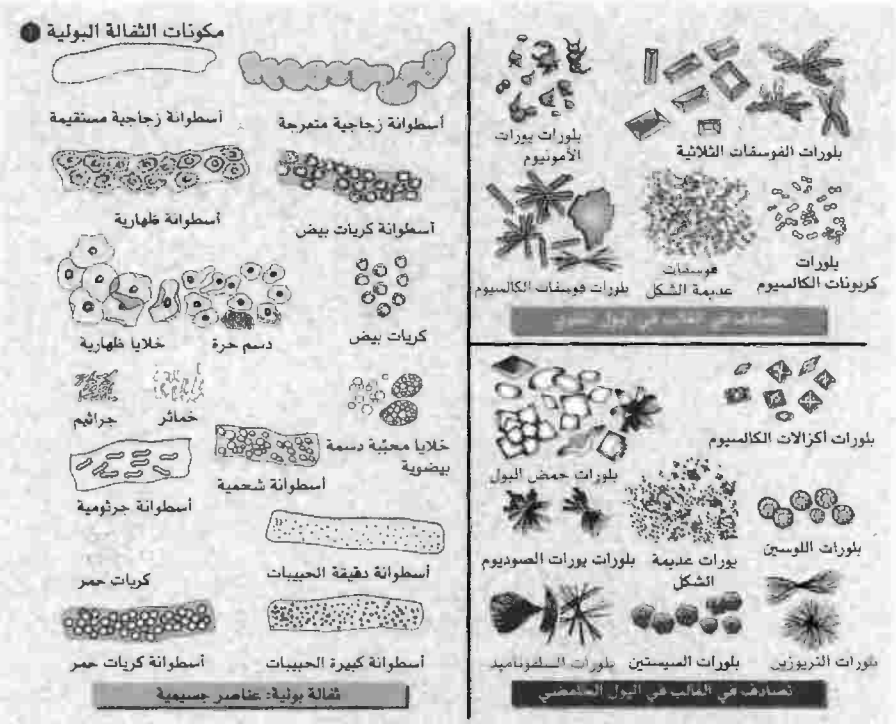
الجراثيم في البول:

تحتوي عيّنة البول الطبيعي دائماً على جراثيم آتية من الإحليل ولا ضرر منها. لذلك ينبغي فحص عيّنة من منتصف البول، حيث يتوجّب قطع التبوّل. أما الإمكانيات الأخرى للحصول على بول نظيف فتتمثّل في قثطرة الإحليل وبزل المثانة (< ص. ٤٢).

حصيات الكلية ❷❸:

تنشأ حصيات الكلية (تحصّي الكلى) عن ترسّب أملاح البول. يمكن للحصيات الكبيرة أن تملأ الحويضة في الحالات الاستثنائية. أما الأسباب المحتمَلة فهي اضطرابات في طرح الكالسيوم أو شذوذ في قيمة PH البول أو اضطرابات في تركيب البول. وتكون النتيجة آلاماً حادة غالباً تظهر على شكل هجمات في ناحية الظهر أو القطن أو الفخذ (مغص كلوي).

لابد من استئصال الحصيات. يمكن للحصيات الصغيرة أن تُجترَف مع البول؛ ولتقوية جريان البول ينبغي الإكثار من شرب السوائل (١,٥ - ٤ لتر يومياً)، كما يُنصَح بالحركة وباتّباع نظام غذائي مناسب. إذا لم تكفِ هذه الإجراءات، أمكن استئصال الحصيات بوساطة عروة. أما جهاز تفتيت حصيات الكلية (تفتيت حصيات الكلية بالموجات الصادمة من خارج الجسم، ESWL، الشكل رقم٢، ٣) فيعمل بموجات صادمة قوية يتم توليدها خارج الجسم؛ ويجري طرح الحصيات المفتَّتة مع البول. ويمكن معالجة حصيات حمض البول دوائياً في بعض الأحيان.



البول وكشف الأمراض

الطرق البولية الناقلة

ينتقل البول الناشئ في الكلية عبر الحويضة والحالب إلى المثانة، ثم يتم إفراغ المثانة عن طريق الإحليل.

حوض الكلية أو الحويضة :

ينتقل البول في الكلية إلى الأنابيب الجامعة أولاً، وتتّحد الأنابيب الجامعة لتشكّل الأقنية الحليمية، ثم تتلقّف البول كؤيسات الكلية التي يصل عددها في كل كلية إلى ثمانية أو عشرة كؤيس تقوده إلى الحويضة التي يتجمّع فيها البول الناشئ.

تتّسع حويضة الكلية لـ ٣- ١٠ مل من البول تقريباً. وتتكفّل العضلات الموجودة في جدران الحويضة بمواصلة نقل البول عبر الحالب إلى المثانة.

الحالب :

تصبّ الحويضة عند نقير الكلية في الحالب. يبلغ طول الحالب ٣٠ سم وقطره حوالي ٣ ملم. تتكفّل العضلات الموجودة في جدرانه بمواصلة نقل البول بموجات تمعّجية. وإذا توجّب دفع حصيات الكلية العالقة، تزايد نشاطها وساهمت في حدوث المغص الكلوي المؤلم. أما مصبّ الحالب في المثانة فهو على شكل صمّام يمنع رجوع البول. إذا تعطّلت آلية المنع هذه، بسبب تشوّه ما، تمكّنت العوامل الممرضة من الوصول إلى الكلية في أثناء التبوّل جراء رجوع البول (الجزر).

المثانة ❶❷:

يصبّ الحالبان في المثلث المثاني في الوجه الخلفي لـ المثانة (الشكل رقم ١). وتقع المثانة في الحوض خلف عظم العانة ويغطّي سقفها الصفاق، ويمكنها أن تتمدّد نحو الأعلى. وهي عبارة عن جوف مجوّف تصل سعته إلى ٨٠٠ مل من البول. تمتلئ المثانة في الأحوال العادية حتى ثلثها، أي ما يعادل ٣٠٠ مل. وينشأ دافع التبوّل

اعتباراً من امتلاء مثاني قدره ٢٠٠- ٤٠٠ مل، أي وسطياً ٣٠٠ مل. واعتباراً من ٨٠٠ مل لا يعود بالإمكان السيطرة على دافع التبوّل إرادياً.

يتألّف جدار المثانة من نسيج عضلي متين (العضلة الدافعة المثانية). تتسمّك العضلات عند مخرج المثانة لتشكّل المعصرة الداخلية (مصرّة المثانة الباطنة). ويتعزّز إغلاق المثانة، إضافةً إلى ذلك، بـ المعصرة الخارجية (مصرّة المثانة الظاهرة) في قاع الحوض. عند النساء اللواتي لديهن ضعف في عضلات قاع الحوض يمكن أن يحدث هبوط في المثانة مع الرحم، مما يساهم في حدوث السلس. يمكن مواجهة هذا الحال بتمارين قاع الحوض الطبّية.

يبدأ الإحليل عند مخرج المثانة من الأمام في المثلث المثاني، ويخدم في إخراج البول.

يمكن للبول العدائي، خصوصاً بوجود التهابات مزمنة في المثانة، وفي التدخين الشديد، أن يسبّب أحياناً أورام المثانة. ومن الممكن في بعض الحالات استئصال الورم بوساطة منظار المثانة مثلاً (الشكل رقم ٢)، وإلاّ توجّب تصنيع المثانة.

إفراغ المثانة 3:

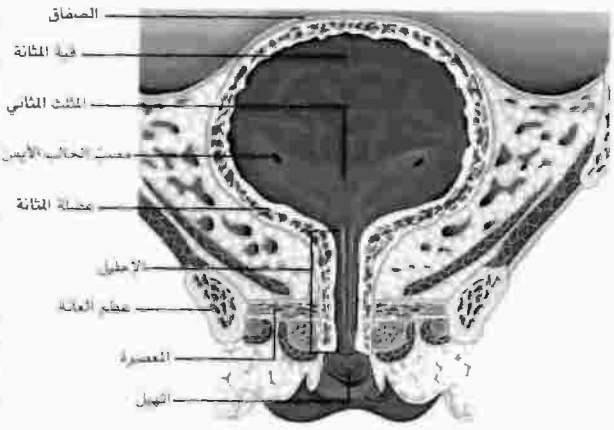
يجري إفراغ المثانة (التبوّل) في أربع خطوات. أولاً تتقلّص عضلات المثانة. ثم تنفتح المصرّة الباطنة الواقعة قبل الإحليل. يدعمها هذا التقلّص العضلي. بعد ذلك تنفتح المصرّة الظاهرة أيضاً. وأخيراً يمكن للبول أن ينساب من الإحليل، حيث تدعم الإفراغ عضلات البطن وقاع الحوض. ويؤكّد قياس جريان البول ما إذا كان إفراغ المثانة طبيعياً (الشكل رقم ٤). إذا وُجِد تضيّق في الإحليل على سبيل المثال، خرج البول شيئاً فشيئاً، كما هو الحال في حال إعاقة إفراغ المثانة أيضاً.

يُطلِق الدماغ عملية إفراغ المثانة. تقوم مستقبلات التمدّد في جدار المثانة بتسجيل الامتلاء المتزايد لجوف المثانة، وتنتقل هذه المعلومات عن طريق سُبُل عصبية إلى جذع الدماغ. عندما يصل محتوى المثانة من البول إلى ٢٥٠ مل تقريباً،

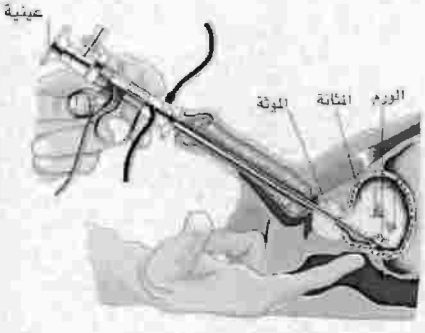
ينشأ في المخّ شعور بالدافع إلى التبوّل ويُثار منعكس إفراغ المثانة عن طريق النخاع الشوكي. وتصدر أوامر مفادها تقليص عضلات المثانة وإرخاء المصرّتين الباطنة والظاهرة.

يمكن قمع منعكس إفراغ المثانة إرادياً، أما العملية التالية فتسير تلقائياً. يتم هذا القمع الإرادي بإرسال دُفعات مثبّطة من قشرة المخّ والدماغ المتوسط عبر النخاع الشوكي إلى عضلات المثانة. ويجب تعلُّم التوجيه الإرادي للتبوّل، والذي يمكن أن يُنسى أيضاً. وقد تفشل السيطرة خصوصاً عند الكبار في السنّ، ويحدث السلس. ينطبق الشيء نفسه على مرضى المشفى الملازمين للفراش. فهنا يمكن لتناقص الضغط على المصرّة الباطنة، والناجم عن الاستلقاء، أن يؤدّي إلى عدم كفاية تدريب هذه المصرّة.

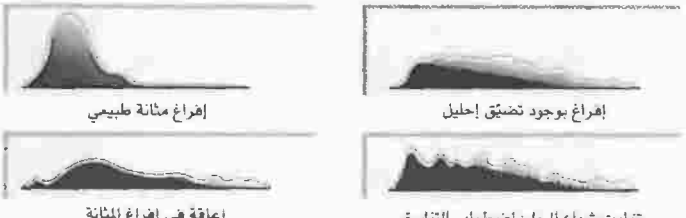
❶ بنية المثانة (عند المرأة)



❷ عملية المثانة بمنظار المثانة



❸ قياس جريان البول



إفراغ مثانة طبيعي

إفراغ بوجود تضيّق إحليل

إعاقة في إفراغ المثانة
(موثة المستَبْر)

تفاوت شعاع البول: اضطراب التناسق
بين عضلات المثانة وعضلات المعصرة

الطرق البولية الناقلة

أمراض الطرق البولية

لاضطرابات إفراغ المثانة (التبوّل) نوعان: السلس والأسر البولي. يمكن للالتهابات أن تصيب الإحليل والمثانة، ولكنها قد تمتدّ بعد ذلك إلى الحويضة والكلية.

سلس البول ❶:

لا يعود بإمكان المصاب بـ سلس البول قمع منعكس إفراغ المثانة إرادياً. يظهر هذا الاضطراب عند الأشخاص المسنّين بالدرجة الأولى. ونميّز بين سلس الكرْب والسلس بالإلحاح والسلس بالإفاضة.

يُقصَد بسلس الكرْب ارتفاعٌ في الضغط داخل البطن. وقد ينجم عن السعال أو الضحك أو صعود الدرج على سبيل المثال. أما السبب فهو غالباً هبوط الرحم أو عملية موثة. قد تفيد العملية الجراحية في بعض الأحيان، وفي حالة هبوط الرحم المعالجة بالأستروجين أحياناً.

في حالة السلس بالإلحاح يظهر الدافع إلى التبوّل على حين غرة ولا يعود بالإمكان إيقافه. يمكن إرجاع هذا الاضطراب أحياناً إلى سكتات دماغية أو التهابات في الطرق البولية. ويمكن معالجته دوائياً أو بـ تدريب المثانة (تدريب التبوّل).

أما السلس بالإفاضة فيحدث عندما لا يعود بالإمكان إفراغ المثانة بشكل كامل، وبالتالي يزداد امتلاؤها بالبول أكثر فأكثر إلى أن يبدأ بالسيلان اعتباراً من حد معيّن. كما أن البول المتجمّع في المثانة قد يثير الأخماج. ومن أسبابه الأدوية والأذيات العصبية وغدوم المثانة. تتطلّب المعالجة غالباً عملية جراحية للموثة أو قثطرة.

في حال عدم نجاح معالجة السلس، توجد وسائل مساعدة مختلفة لتلقّف البول.

الأسر البولي :

في الأسر البولي (احتباس البول) لا تعود قوة العضلات المثانية كافية لإفراغ البول، على الرغم من امتلاء المثانة حتى الانتفاخ. وقد يؤدّي تراكم البول إلى رجوعه حتى حويضة الكلية. وينشأ خطر تأذّي النسيج والأخماج. غالباً ما يكون السبب ضخامة الموثة (غدوم الموثة) أو أوراماً. أما المعالجة فجراحية.

التهابات الإحليل والمثانة:

في التهاب المثانة تُصاب المثانة بالجراثيم التي تصل إلى الطرق البولية (غالباً جراثيم قولونية من الأمعاء) عن طريق الفتحة الخارجية للإحليل. تُصاب النساء بالتهابات المثانة أكثر من الرجال، بسبب قصر الإحليل لديهن. يتظاهر المرض بتكرار دافع التبوّل (تبوال) وحرقة في أثناء التبوّل (عسر البول). ويؤكّد التشخيص بفحص البول. يفيد هنا الإكثار من شرب السوائل (٢- ٣ لتر من الشاي يومياً على سبيل المثال)، بغية جرف الجراثيم إلى الخارج، والثياب الداخلية الدافئة والصادات.

التهابات الحويضة والكلية:

إذا أُصيبت الحويضة أيضاً بالالتهاب، دار الكلام عن التهاب الحويضة. وغالباً ما تُصاب الكلية بكاملها في هذه الحالة، ويُدعى المرض عندئذ بـ التهاب الكلية والحويضة. وهو يتظاهر بحمّى مرتفعة وألم في الخاصرة. تتطلّب المعالجة جرعات عالية من الصادات. وتكتمل المعالجة بالإكثار من شرب السوائل والتبوّل وارتداء الثياب الداخلية الدافئة.

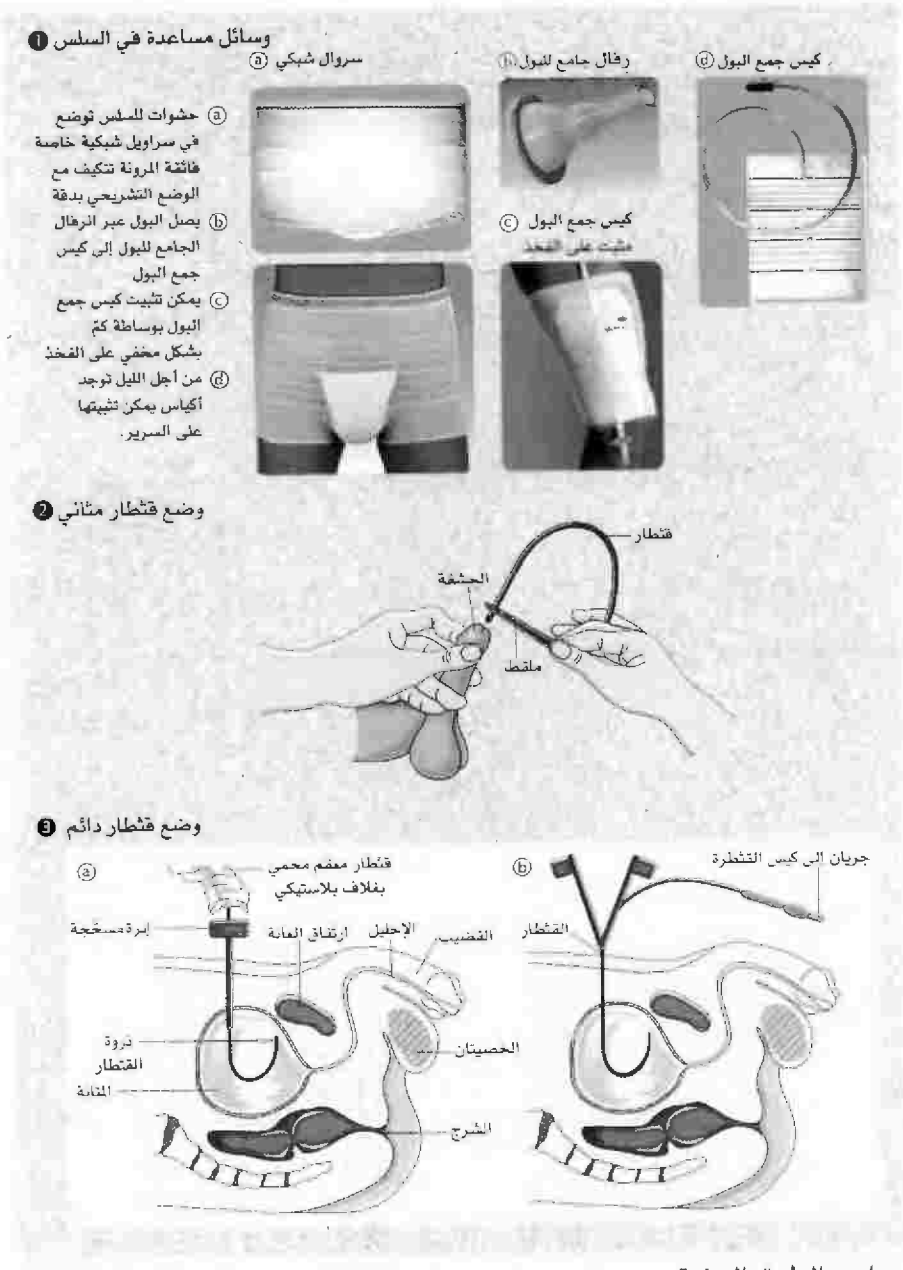
تحدث المضاعفات عندما تطول مدة التهابات الكلية أو يكثر تكرّرها (التهاب الكلية والحويضة المزمن). عندئذ ينشأ خطر تخرّب النسيج الكلوي وضموره مشكّلاً تليّف الكلية، حيث لا يعود بإمكان الكلية إنتاج البول. وغالباً ما يكون السبب عوائق أمام جريان البول كـ حصيات الكلية أو تشوّه ولادي لا يُكتشَف إلاّ متأخّراً لأنه غير مؤلم؛ كما يمثّل الداء السكري عامل خطورة أيضاً. تتطلّب المعالجة الصادات

واستئصال الحصيات الكلوية أو بالأحرى التداخل الجراحي على التشوّه الموجود. مع ذلك لا يمكن الحيلولة دون نشوء تليّف الكلية في الكثير من الحالات. إذا كانت الكليتان مصابتين (القصور الكلوي المزمن)، أصبح وضع المريض على الكلية الاصطناعية ضرورياً (ديال).

ثمة مضاعفة لالتهاب الكلية خطيرة على الحياة هي الإنتان البولي، وهو يعني تكاثر الجراثيم في حويضة الكلية فجأةً بشكل انفجاري ودخولها إلى الدم، الأمر الذي يتطلّب معالجة في وحدة العناية المشدَّدة.

الالتهابات الناجمة عن القثطار ❷❸:

في حالة احتباس البول جراء وجود عائق أمام جريان البول (ضخامة الموثة مثلاً) أو في حالة سلس البول يقتضي الأمر في بعض الأحيان قثطرة دائمة. إما أن يتم إدخال القثطار عبر الإحليل إلى المثانة أو عبر جدار البطن (الشكل رقم ٢). بذلك ينشأ مدخل جديد للجراثيم. وتنحصر الإجراءات المضادة في أفضل تعقيم ممكن في أثناء وضع القثطار وفي استبداله المتكرّر.



أمراض الطرق البولية

القصور الكلوي

يعني الفشل الكلوي (القصور الكلوي) عجز الكليتين عن تنقية الدم بصورة كافية وعن الترشيح والاسترجاع التالي للمواد الهامة. إذا لم يُعالَج فيض السموم في الجسم الناجم عن ذلك (يوريمية)، أدّى إلى الموت. فهو يهدِّد سائر الأجهزة في العضوية من القلب والدوران مروراً بالرئتين وصولاً إلى الجملة العصبية المركزية. يتظاهر القصور الكلوي خارجياً بنقص شديد في كمية البول (قلّة البول أو بالأحرى الزُّرام) وتراكم الماء في الأنسجة (وذمات). كما يترافق بغثيان وأُكال وتعب أيضاً. يمكن إثبات وجود القصور الكلوي مخبرياً بظهور اليوريا والكرياتينين في الدم بكميات متزايدة. كلا المادتين ترشحان من الدم في الأحوال العادية وتُطرحان مع البول.

نميّز بين القصور الكلوي الحاد والمزمن. أما القصور الكلوي الحاد فهو فقد الوظيفة المفاجئ في كلية كانت سليمة قبل ذلك، نتيجة فرط في هبوط الضغط الدموي على سبيل المثال. أما القصور الكلوي المزمن فيُقصَد به فقد الوظيفة التدريجي بوجود مرض أساس.

القصور الكلوي الحاد ❶

نميّز في أسباب القصور الكلوي الحاد (الشكل رقم ١) بين الاضطرابات الواقعة قبل الكلية (القصور الكلوي قبل الكلية) ـ أي في الدوران ـ والاضطرابات الواقعة بعد الكلية (القصور الكلوي بعد الكلية) ـ أي في الطرق البولية. قد ينجم القصور الكلوي قبل الكلية عن هبوط في الضغط الدموي (على سبيل المثال بعد خسارة كمية كبيرة من السوائل أو الدم أو نتيجة صدمة تأقية أو بسبب مواد التخدير)، أو عن تسمّمات وأرجيات أيضاً. إذا تجاوز انخفاض الضغط الدموي في الشرايين ٨٠ ملم زئبق، فقدت جملة التنظيم الذاتي في الكلية قدرتها على الحفاظ على الضغط الدموي في الطرق الدموية الدقيقة في كبيبات الكلية الضروري لدفع الدم عبر أغشية

الترشيح والبالغ ٥٠ ملم زئبق. أما القصور الكلوي بعد الكلية فينجم عن عوائق في الطرق البولية كالحصيات والأورام. وتعتمد المعالجة الفورية على مراقبة دقيقة لتوازن الماء والكهارل والتوازن الحمضي الأسسي، وعلى نظام غذائي مناسب خاص وعلى التدابير الواقية من الأخماج وعلى الديال.

يؤدّي القصور الكلوي الحاد إلى الموت في نصف الحالات تقريباً، على الرغم من أفضل المعالجات الطبّية. إذا تم تجاوز أول أسبوعين ، بدأت الكلية باستعادة وظيفتها تدريجياً. عندئذ تُطرَح كمية كبيرة من البول عادةً في البداية. مع ذلك تحتاج الكليتان إلى عدة أشهر كي تستعيدا وظيفتهما بصورة تامة.

القصور الكلوي المزمن ❷❸:

قد يتطوّر القصور الكلوي المزمن لأسباب مختلفة: يمكن لالتهابات الكلية المزمنة أو المتكرّرة أن تؤدّي إلى أذية مستديمة في الكليتين؛ وقد يؤدّي الداء السكري، على المدى الطويل، إلى تخرّب الأوعية الدموية الدقيقة في كبيبات الكلية بسبب تصلّب الشرايين؛ وقد تبقى تشوّهات الكلية الولادية فترةً طويلة دون أن تُكتشَف وتؤدّي إلى تراجع تدريجي في وظيفة الكلية؛ كما يمكن للمواد الضارة، كالمسكّنات أو السموم البيئية أو المُذيبات، أن تؤدّي إلى أذية مستديمة في الكلية.

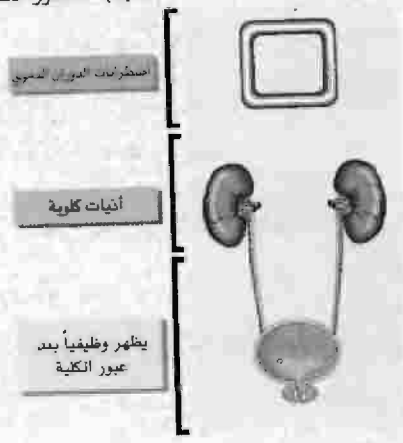
يمكن معاوضة تناقص عمل الكليتين عن طريق نظام غذائي صارم ومدرّات البول لبضع سنوات في بعض الأحيان. مع ذلك يزداد التراجع في وظيفة الكليتين تدريجياً ويتطلّب في وقت من الأوقات الديال أو اغتراس الكلية.

في الديال تتولّى الآلة وظيفة الكليتين في غسيل الدم. في الديال الدموي (الشكل رقم ٢) يتم ترشيح دم المريض في جهاز الديال عبر أغشية اصطناعية، ثم يجري تصحيحه بوساطة محلول كهرلي (دُيالة). هنا يجري تكرار ضخّ الدم على مدى ثلاث إلى خمس ساعات عبر «الكلية الاصطناعية»، بحيث تمرّ فيها عدة مئات من الألتار. غالباً ما تكون المعالجة ضرورية ثلاث مرات أسبوعياً. ولتسهيل وصل

المريض بالكلية الاصطناعية يوضع في ساعد المريض ما يُسمّى تحويلة، حيث يوصل الشريان مع الوريد مباشرةً. ويمكن اليوم إجراء الديال في بعض الحالات في المنزل بدلاً من إجرائه في المشفى أو العيادة. ويُعدّ الديال منقِذاً لحياة المريض. ولكنه يشترط تقييداً جذرياً في ممارسة الحياة بما فيها النشاط المهني. أما تحسّن أو شفاء الكلية التالفة فغير ممكن.

يمكن لاغتراس الكلية أن يوفِّر على المريض غسيل الدم الآلي. ولكن الحياة بعد الاغتراس تقترن بتقييدات كذلك الأمر. يتم زرع كلية المتبرّع في الناحية الإربية اليمنى أو اليسرى مع الإبقاء على الكليتين عديمتي الوظيفة، ويدوم خطر رفض عضو المتبرّع لمدة سنين. يتراوح احتمال الحياة لمدة عشرة سنين أخرى في كلا نوعي المعالجة بين ٤٠- ٦٠٪.

أسباب القصور الكلوي ❶



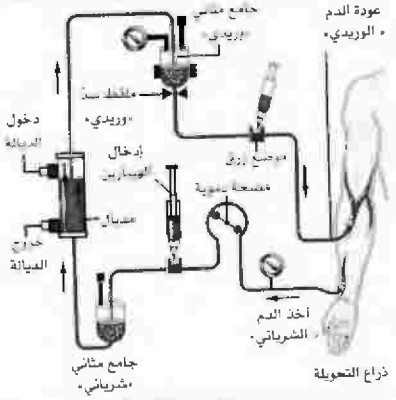
القصور الكلوي قبل الكلية
- اضطرابات جراء عوز التروية الدموية
- فقدان الدم والسوائل والكهارل
- انسداد الأوعية الكلوية

أذيات سميّة - أرجية بـ:
- الأدوية، ومن بينها الصادات والبربيتورات وكابحات الخلايا
- سموم
- اضطرابات ناجمة عن الحمل
- أخماج

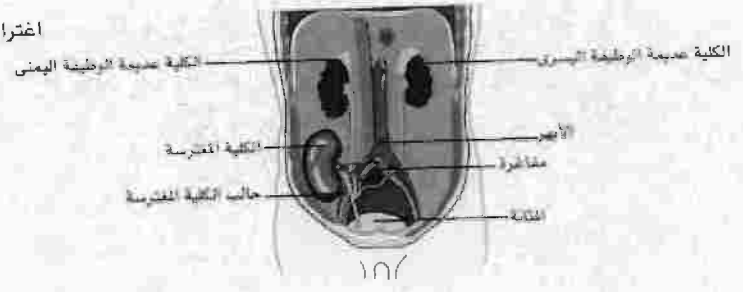
التهابات الكلية
- التهاب كبيبات الكلى

القصور الكلوي بعد الكلية
- انسداد الحالب ثنائي الجانب بالحصيات
- انضغاط الحالب ثنائي الجانب بالأورام
- تضيق الإحليل
- ضخامة الموثة

الديال الدموي ❷



اغتراس الكلية ❸



القصور الكلوي

توازن الماء والكهارل

تتقلّب حاجة الجسم من السوائل تبعاً لدرجات الحرارة والجهد الجسدي والتغذية على سبيل المثال. وتجري الموازنة في الجهاز النبيبي في الكلية. أما التوجيه فيقوم به هرمون الأديوريتين. كلما ازداد إطلاق الأديوريتين، ازدادت كمية الماء المُسترجَعة إلى الدم بعد الترشيح، والعكس بالعكس.

توازن الماء ❶:

يؤخَذ الماء ويُطرَح بمعدّل وسطي مقداره ٢,٥ لتر يومياً (الشكل رقم ١). يؤخَذ الماء بمقدار ١,٥ لتر عن طريق الشرب و٠,٦ مع الطعام و٠,٤ لتر من ماء الأكسدة في الاستقلاب. ويُطرَح ١,٥ لتر منه عن طريق البول و٠,٢ لتر عن طريق الأمعاء و٠,٥ لتر مع هواء التنفّس و٠,٣ لتر عن طريق الجلد. ويمكن تقدير محتوى الجسم من الماء بناءً على ضغط الدم في الأوردة.

نقص الإماهة:

في نقص الإماهة (التجفاف) لا يتم تعويض كمية الماء المطروحة بصورة كافية عن طريق تناول السوائل، مما يعرّض الجسم لخطر التجفاف. ويُعدّ الرضّع معرّضين لخطر الإصابة بصفة خاصة. من الأسباب الممكنة، على سبيل المثال، اضطراب الإحساس بالعطش والتعرّق الشديد والإقياءات والإسهالات والحمّى. كما أن الكحول يسحب الماء من الجسم. يتظاهر التجفاف بجفاف الجلد والأغشية المخاطية وببول غامق اللون (شديد التركيز) على سبيل المثال، وفي المرحلة المتقدّمة بانخفاض الضغط الدموي وتسرّع النبض. ويصلُح الماء والشاي بشكل خاص لتعويض السوائل.

فرط الإماهة:

يعني فرط الإماهة عجز الكليتين عن طرح الماء الذي امتصّه الجسم بصورة كافية. بوجود كليتين سليمتين يستطيع المرء أن يتناول من السوائل قدر ما يريد. أما

في فرط الإماهة فيتجمّع الماء في الأنسجة (وذمات). قد يكون السبب ضعفاً في القلب أو أمراضاً كلوية أو كبدية على سبيل المثال. ومن علاماته المميّزة الترهّل وزيادة الوزن. إلى جانب الإقلال من شرب السوائل لابد من تناول مدرّات البول عند الضرورة.

توازن الكهارل ❷ ❸:

أهم المعادن الموجودة في الجسم (الكهارل) هي الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم، إضافةً إلى المغنيزيوم والكلوريد والفسفات (الشكل رقم ٢). ولما كانت الكهارل توجد محلولةً في الماء، فإن اضطرابات توازن الماء تترافق عملياً باضطرابات في توازن الكهارل على الدوام (على وجه الخصوص توازن الصوديوم).

يحدث فرط الصوديوم (فرط صوديوم الدم) غالباً في حالة نقص الإماهة (التجفاف) مع خطر قصور الدوران. كثيراً ما ينجم هذه التجفاف مفرط التوتّر عن فقدان الشعور بالعطش. وغالباً ما يفيد شرب الكثير من الشاي مع السكر. ويُدعى عوز الصوديوم بـ نقص صوديوم الدم. وإذا ترافق مع نقص إماهة، دار الكلام عن تجفاف ناقص التوتّر غالباً ما يظهر جراء الإفراط في تناول مدرّات البول. وللتعويض توصَف أنواع الحساء الحاوية على الملح أو محاليل الصوديوم على سبيل المثال. أما فرط الإماهة ناقص التوتّر فهو عبارة عن نقص صوديوم مع فرط إماهة؛ وغالباً ما يعود إلى نقص في إنتاج البول مشروط بضعف القلب أو بمرض في الكليتين أو الكبد. وهنا يُستطَبّ الإقلال من تناول السوائل مع وصف مدرّات البول. ولمكافحة عوز الصوديوم يقوم الجسم نفسه بمضاعفة تحرير الهرمون الكلوي رينين الذي يحرّر بدوره الألدوستيرون. ويعزّز هذا الأخير من استرجاع الصوديوم والماء إلى الدم.

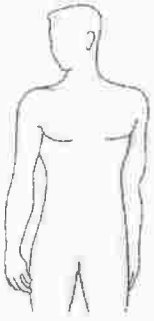
يمكن لكل من عوز أو فرط البوتاسيوم أن يؤدّي إلى اضطراب في نظم القلب. وينجم عوز البوتاسيوم (نقص بوتاسيوم الدم) غالباً عن التناول المديد لمدرّات البول

أو الأدوية المسهلة، وأحياناً عن إقياءات أو إسهالات شديدة (الشكل رقم ٣). وهو يؤدّي إلى ضعف عضلي (في الأمعاء أيضاً). ويمكن لتناول الأدوية أو الأطعمة الحاوية على البوتاسيوم (كالموز مثلاً) أن يكافح هذا النقص. أما فرط البوتاسيوم (فرط بوتاسيوم الدم) فهو شديد الخطورة. وغالباً ما يحدث في القصور الكلوي. وفي حالة الطوارئ تغدو المدرّات والمعالجة في وحدة العناية المشدَّدة ضرورية.

قد يؤدّي عوز الكالسيوم (نقص كالسيوم الدم) إلى تشنّجات، وفي حال استمراره لفترة طويلة إلى تليّن العظام وهشاشتها. قد يكون السبب اضطرابات هرمونية (خصوصاً عوز فيتامين D) أو مدرّات البول أو الحاجة المرتفعة للكالسيوم. في حالة فرط التنفّس نفسي المنشأ (فرط التهوية) تنقص ذوبانية الكالسيوم في الدم جراء إطلاق ثاني أوكسيد الكربون. وفي هذه الحالة ينبغي جعل المصاب يتنفّس في كيس من البلاستيك (> ص. ٣٤٦).

أما عوز المغنيزيوم (نقص مغنيزيوم الدم) فيؤدّي إلى التشنّجات واضطرابات في نظم القلب. ومن أسبابه أخطاء التغذية.

❶ توازن الماء في الجسم



وارد الماء يومياً 2.5ل

- 0,4 ل ماء أكسدة
- 0,6 ل مع الطعام
- 1,5 ل مشروب

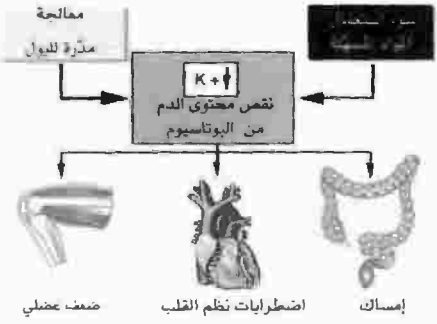
إطراح الماء يومياً 2,5

- 0,2 مع البراز
- 0,8 عن طريق التنفس والجلد
- 1,5 بول

❷ الكهارل وأهميتها

الكهارل القيمة الطبيعية في المصل	أهميته بالنسبة للعضوية	القيم الطبيعية عند الشخص السليم
صوديوم	● هابطة كثيرة المصادفة خارج الخلية ● هابطة هامة بالنسبة للضغط التناضحي في الوسط خارج الخلوي	صوديوم 140 mmol/l
بوتاسيوم	● هابطة كثيرة المصادفة داخل الخلية ● هامة في تشوء كمون العمل ونقل الإثارة في القلب وفي الجملة العصبية.	بوتاسيوم 4 mmol/l
كالسيوم	● مساعد في بناء العظام والأسنان ● حاسم في نقل الإثارة العصبي - العضلي وفي تقلّص العضلات	كالسيوم 2.4 mmol/l
مغنيزيوم	● يدعم نقل الإثارة في العضلات	مغنيزيوم 0.9 mmol/l
كلوريد	● صاعدة كثيرة المصادفة خارج الخلية ● صاعدة هامة بالنسبة للضغط التناضحي في الوسط خارج الخلوي	كلوريد 102 mmol/l
فوسفات	● لبنة في الـ ATP والغشاء الخلوي والمعادن العظمية.	فوسفات 1.2 mmol/l

❸ أسباب نقص البوتاسيوم



توازن الماء والكهارل

التوازن الحمضي الأسسي

لا تجري عمليات الاستقلاب في الجسم إلاّ عندما تقع قيمة PH الدم ضمن مجال ضيّق محدَّد.

التنظيم ❶❷❸:

يجب أن تقع قيمة PH الدم بين ٧,٣٦ و٧,٤٤ (الشكل رقم ١). إذا تجاوز انخفاض قيمة PH الدم ٧,٣٦، ساد فرط احمضاض (حُماض). أما إذا كان هناك أسس أكثر مما ينبغي، وهي نقيض الحموض، فيسود القلاء الذي يتّصف بتجاوز ارتفاع PH الدم ٧,٤٤.

يخضع التوازن القائم بين الحموض والأسس في الجسم لتقلّبات مستمرة. وهكذا تهاجم في سائر العمليات الاستقلابية شوارد الهيدروجين (+H) الحامضية الزائدة باستمرار. عدا ذلك تؤدّي غلبة التغذية النباتية إلى قيمة قلوية للـ PH، بينما يؤدّي استهلاك اللحوم الزائد إلى قيمة حمضية للـ PH. يمتلك الجسم ثلاثة سُبُل للتنظيم: عبر جمل الصدّ في الدم وعبر الكليتين وعبر التنفّس.

تدخل في عداد جمل الصدّ في الدم ثلاث مواد فعّالة: مصدّ البيكربونات ومصدّ البروتينات وخضاب الدم. يتعهّد مصدّ البيكربونات بثلثي التنظيم (الشكل رقم ٢): ترتبط شوارد الهيدروجين الزائدة مع شوارد البيكربونات وتشكّل حمض الكربونيك؛ ثم يتفكّك حمض الكربونيك إلى مكوّنتيه الماء وثاني أوكسيد الكربون. أخيراً يتم طرح ثاني أوكسيد الكربون عن طريق التنفس.

تستطيع الكليتان طرح المواد الحمضية والمواد القلوية مع البول، وجزئياً عن طريق ربط الشوارد، كمصدّ فوسفات مثلاً.

أخيراً يمكن للتنفس أن يتكفّل بطرح مشتدّ لثاني أوكسيد الكربون الحامضي عن طريق تعميق التنفس وتسريع إيقاعه.

تحدث اضطرابات فرط الاحمضاض وخسارة الحموض في التوازن الحمضي الأسسي جراء تحميل جمل الصدّ في الدم فوق طاقتها. وقد يكون سبب كل منها إما استقلابياً أو تنفّسياً.

فرط الاحمضاض:

وتنخفض فيه قيمة PH الدم أقل من ٧,٣٦. إذا كان أساس الحُماض استقلابياً، كانت أسبابه بالدرجة الأولى ما يلي: الحماض الكيتوني عند السكريين (سبات سكري) والقصور الكلوي والتسمّمات والإسهالات الشديدة. أولى العلامات هي تنفّس عميق ومتسارع تحاول به الرئة طرح المزيد من ثاني أوكسيد الكربون الحامضي. كما تحاول جمل التنظيم الثلاثة (جمل الصدّ في الدم والكليتين والتنفّس) خلق التوازن في حالة الحماض؛ فإذا أفلحت، دار الكلام عن حماض معاوض. وإذا لم تفلح في خلق التوازن، كانت الحالة عبارة عن حماض لامعاوض. وتكون المعالجة في قسم العناية المشدَّدة ضرورية، حيث يتم تسريب محاليل صدّ (بيكربونات الصوديوم على سبيل المثال)، وعند السكريين أنسولين أيضاً.

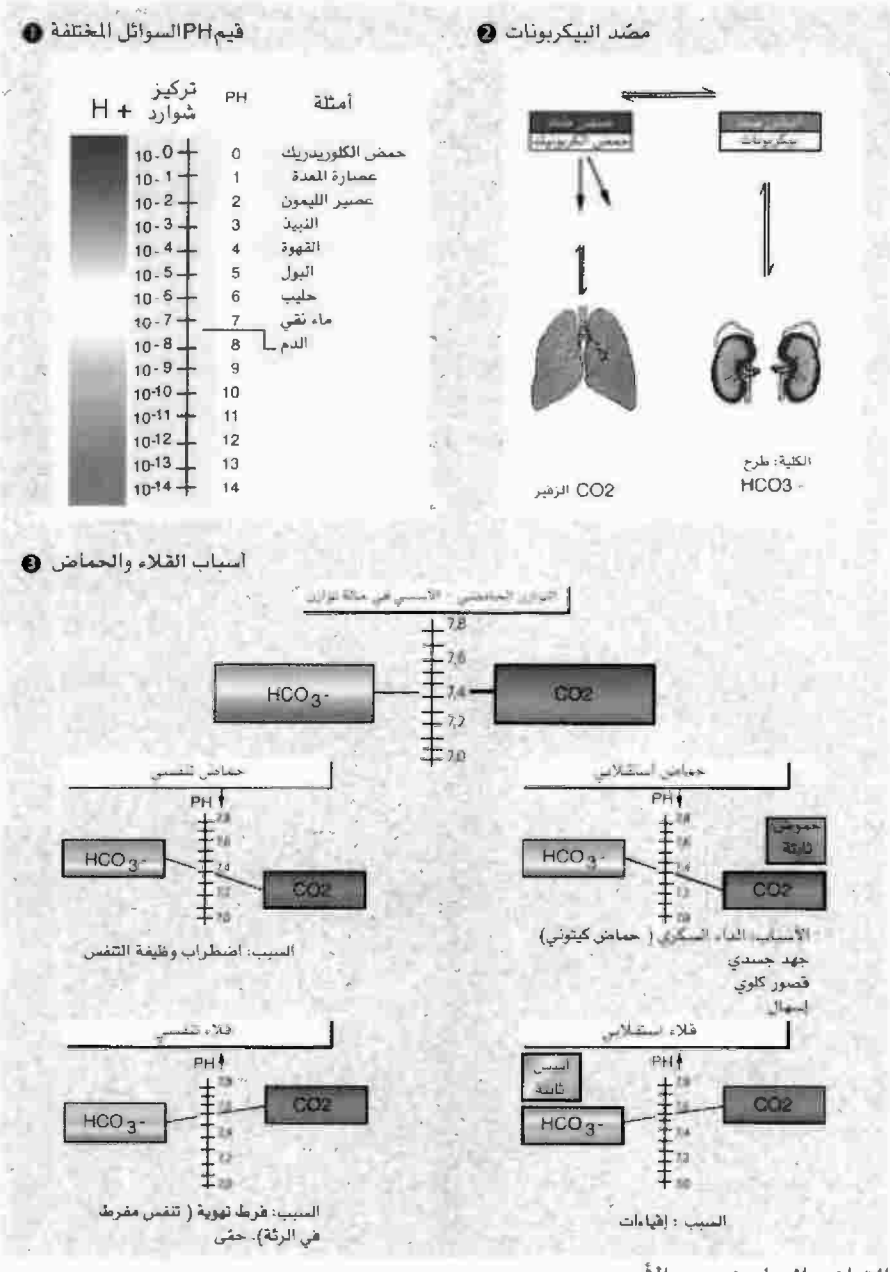
أما في حماض الدم المشروط تنفّسياً (الحماض التنفّسي) فلا تفلح الرئتان في طرح ما يكفي من ثاني أوكسيد الكربون الحامضي مع التنفّس، وذلك إما لأن الرئة مريضة (ربو قصبي على سبيل المثال) أو لأن وظيفتها متضرّرة جراء الأدوية. من مظاهر الاضطراب ضيق التنفّس. تتطلّب الحالات الشديدة تطبيق التنفّس الاصطناعي في قسم العناية المشدَّدة.

خسارة الحموض:

يظهر القُلاء (وهو نقيض الحُماض) عندما ترتفع قيمة PH الدم أعلى من ٧,٤٤ .

غالباً ما ينجم القلاء الاستقلابي عنه فقدان الحموض الشديد بعد إقياءات شديدة. أما العلامات فهي نقص البوتاسيوم والكالسيوم والعطش الشديد. تكفي في الحالات الخفيفة معالجة سبب الإقياء، مع تعويض المعادن المفقودة عن طريق التسريب (محلول كلور الصوديوم مثلاً) أو عن طريق الحبوب (بوتاسيوم مثلاً).

ينجم الحماض التنفّسي في الغالب عن فرط التنفّس (فرط التهوية). أما أسباب فرط التهوية فهي نفسية- بدنية في الغالب (كرْب الامتحان على سبيل المثال)، وفي حالات نادرة تنشأ عن الأمراض كالتهاب السحايا. يؤدّي التنفّس السريع على شكل دفعات إلى إطلاق المزيد من ثاني أوكسيد الكربون، كما يحدث في الوقت ذاته فقدان للكالسيوم (نقص كالسيوم الدم). يتظاهر الاضطراب باشتداد التنفّس بشكل واضح وضيق التنفّس والقلق قبل كل شيء. في فرط التهوية المشروط نفسياً ينبغي على المريض أن يتنفّس في كيس كبير من البلاستيك. على هذا النحو يُعاد أخذ ثاني أوكسيد الكربون المطلَق في أثناء الشهيق. إلى جانب ذلك من الهام تهدئة المريض بالتحدّث إليه أو بالأدوية عند الضرورة. ومن غير الضروري هنا تعويض خسارة الكالسيوم.



التوازن الحامضي - الأسسي