படலம் 19 கழிவுப்பொருள்களும் கழிவுநீக்கமும்

19.1 மனிதக்கழிவுநீக்கமைப்பு

19.2 சிறுநீர் உருவாதல்

19.3 குழலங்களின் செயல்கள்

19.4 வடிமத்தை செறிவாக்கும் இயங்குமுறை

19.5 சிறுநீரகச்செயல்களை ஒழுங்குறுத்தல்

19.6 சிறுநீர்கழித்தல்

19.7 கழிவுநீக்கத்தில் மற்ற உறுப்புகளின் பங்கு

19.8 கழிவுநீக்கமைப்பின் முறைமையின்மைகள்

விலங்குகளில் அம்மோனியா, இயூரியா, இயூரிகவமிலம், கரிமவீராக்குசைடு, நீர், Na^+, K^+, Cl^-, பாசுபேட்டு, கந்தகேட்டு, இன்ன பிற பொருள்கள் திரள்கின்றன. இவை வளர்சிதை மாற்றச்செயல்களாலோ மிகுதியான உட்கொள லாலோ திரள்கின்றன. இந்த பொருள்கள் முற்றிலுமாகவோ பகுதியாகவோ நீக்கப்பட வேண்டியவை. இந்த படலத்தில் இந்த பொருள் களை நீக்கும் கழிவுநீக்க இயங்குமுறைகளை படிப்போம். நைற்றசனுள்ள கழிவுகளில் தனித் துவமாக கவனஞ்செலுத்துவோம். அம்மோனியா, இயூரியா, இயூரிகவமிலம் ஆகியவை விலங்குக ளில் உண்டாகும் நைற்றசக்கழிவுகளில் முதன் மையானவை. அம்மோனியவே அதிக நச்சுவ மானது; இதை கழிவுநீக்க அதிகளவு நீர் தேவைப் படுகிறது. குறைந்த நச்சுவமான இயூரிகவமி லத்தை குறைவான நீரிழப்புடன் நீக்கிவிடலாம்.

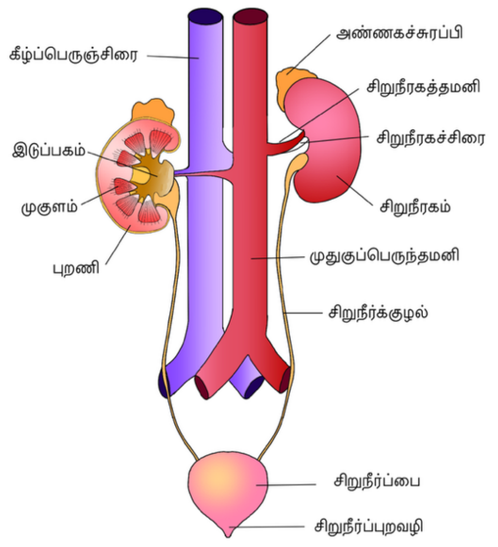
அம்மோனியாவை கழிவுநீக்கும் நிகழ் முறையை *அம்மோனியக்கழிப்பு* என்கிறோம். பல எலும்புள்ள மீன்களும் நீரிய நீர்நிலவாழ்வி களும் நீர்வாழ்பூச்சிகளும் இயற்கையிலே **அம்மோனியக்கழிப்பி**கள். அம்மோனியா எளிதில் கரையக்கூடியது என்பதால் பொதுவாக உடலின் மேற்பரப்பிலோ செவுளிலோ அம்மோ னியவயனிகளாக விரவுவதன்மூலம் கழிவுநீங்கு கிறது. சிறுநீரகங்கள் இதை நீக்குவதில் பெரும்பங்குவகிக்கவில்லை. நிலத்தகவமைப்பு இயூரியா, இயூரிகவமிலம் போன்ற குறைவான நச்சுவமுள்ள நைற்றசக்கழிவுகளை அவசிய மாக்கியது. இதனால் நீர் வீணாவது குறைந்தது. பாலூட்டிகள், நிலத்திலுள்ள பல நீர்நிலவாழ் விகள், கடலமீன்கள் ஆகியவை முதன்மையாக இயூரியாவை வெளியிடுவதால் இவற்றை **இயூரியக்கழிப்ப** விலங்குகள் என்கிறோம். வளர் சிதைமாற்றத்தால் உண்டாகும் அம்மோனியா இந்த விலங்குகளின் கல்லீரலில் இயூரியாவாக மாற்றப்பட்டு குருதியில் விடப்படுகிறது. இதை குருதியிலிருந்து சிறுநீரகங்கள் வடிகட்டி கழிவு நீக்குகின்றன. இவ்வாறான சில விலங்குகளின் சிறுநீரக அடையணிகள் தேவையான சவ்வூடு மோலிரத்தை தகவைக்க சிறிதளவு இயுரியாவை வைத்துக்கொள்கின்றன. ஊர்வைகள், பறவை கள், நிலநத்தைகள், பூச்சிகள் ஆகியவை நைற்றசக்கழிவுகளை இயூரிகவமிலமாக புழுக் கைவடிவிலோ பசைவடிவிலோ மீக்குறைந்த நீரிழப்புடன் கழிவுநீக்குகின்றன. இவற்றை **இயூரிகக்கழிப்ப** விலங்குகள் என்கிறோம்.

விலங்குப்பேரரசின் ஒரு அளக்கை பலவகை யான கழிவுநீக்கக்கட்டமைப்புகளை காட்டுகி றது. பெரும்பாலான முதுகெலும்பிலிகளில் இந்த கட்டமைப்புகள் எளிய குழலவடிவமானவை; ஆனால் முதுகெலும்பிகளில் சிறுநீரகங்கள் எனப்படும் உட்சிக்கலான குழலவுறுப்புகள் இருக்கின்றன. இவற்றுள் சில கட்டமைப்புகளை இங்கு குறிப்பிடுகிறோம். தட்டுப்புழுவங்கள் (சான்றாக தட்டையிகள்), சுழற்கசையிகள், சில வளைவுடலிகள், இருகூரன் (தலைநாணிகளுள் ஒன்று) ஆகியவற்றில் முந்துகழிவுக்குழல்கள் கழிவுறுப்புகளாக செயலாற்றுகின்றன. முந்து கழிவுக்குழல்கள் அயனியையும் பாய்மப்பரும னையும் ஒழுங்குறுத்துவதில், அதாவது சவ்வூ டொழுங்குறுத்தத்தில், கவனஞ்செலுத்துகின்றன. மண்புழுக்களிலும் மற்ற வளைவுடலிகளிலும் கழிவுக்குழல்கள் எனப்படும் குழலக்கழிவுறுப்பு கள் உள்ளன. கழிவுக்குழல்கள் நீர்மப்பருமனை யும் அயனிச்சமன்மையையும் தகவைப்பதுடன் நைற்றசக்கழிவுகளை நீக்கவும் உதவுகின்றன. கரப்பான்பூச்சிகள் உட்பட பெரும்பான்மையான

பூச்சிகளில் மால்ப்பிகக்குழலங்கள் என்பவை கழிவுக்கட்டமைப்புகள். மால்ப்பிகக்குழலங்கள் நைற்றசக்கழிவை நீக்குவதிலும் சவ்வூடொழுங் குறுத்தத்திலும் உதவுகின்றன. இறால்கள் போன்ற படலவோடுள்ளவற்றில் உணர்கொம்புச் சுரப்பிகள் கழிவுநீக்கச்செயல்களை மேற்கொள் கின்றன.

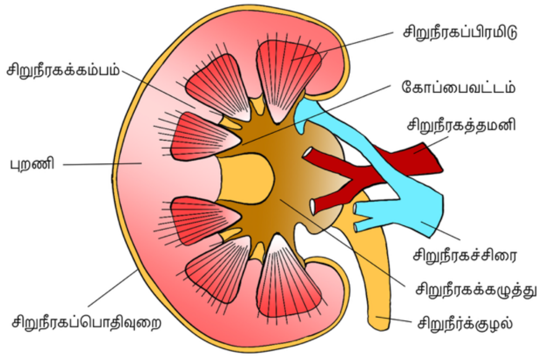
19.1 மனிதக்கழிவுநீக்கமைப்பு

மனிதர்களின் கழிவுநீக்கமைப்பில் ஒரு சிறுநீரகச்சோடி, சிறுநீரகக்குழல்கள், சிறுநீர்ப் பை, சிறுநீர்ப்புறவழி ஆகியவை அடங்குகின்றன (படம் 19.1). சிறுநீரகங்கள் செம்பழுப்புநிறமும் அவரைவடிவமுமான கட்டமைப்புகள். இவை மார்புக்கூட்டின் இறுதிமுதுகெலும்பின் மட்டத் துக்கும் கீழ்முதுகின் மூன்றாம் முதுகெலும்பின் மட்டத்துக்குமிடையில் வயிற்றுக்குழியின் முதுகுப்பக்க உட்சுவரின் அருகில் அமைந்துள் ளன. ஒரு மனித முதுவரின் ஒவ்வொரு சிறுநீரகமும் $10-12\,cm$ நீளமும் $5-7\,cm$ அகலமும் $2-3\,cm$ தடிமனும் $120-170\,g$ சராசரி எடையும் உள்ளது. சிறுநீரகத்தின் உட்பக்க குழிய மேற்பரப்பின் நடுவில் நுழைவடு எனப்படும் ஒரு நறுக்குக்கோடு உள்ளது. இதன்வழி சிறுநீர்க்குழலும் குருதிக்குழல்களும் நரம்புகளும் நுழைகின்றன. நுழைவடுவின் உட்பக்கம் சிறுநீரகயிடுப்பு எனப்படும் ஒரு வடிப்பிவடிவ வெளி இருக்கிறது. இதில் கோப்பையங்கள் எனப்படும் நீட்சிகள் உள்ளன. சிறுநீரகத்தின் வெளிப்படலம் ஒரு கடினப்பொதி வுறை. சிறுநீரகத்துள் புறணி என்ற வெளிப்பகுதி யும் முகுளம் என்ற உட்பகுதியுமான இரண்டு மண்டிலங்கள் உள்ளன. முகுளம் முகுளப்பிரமிடு கள் எனப்படும் பல கூம்புகளாக பிரிகிறது. இவை கோப்பையங்களில் நீண்டிருக்கின்றன. புறணி முகுளப்பிரமிடுகளுக்கிடையில் சிறுநீரகக் கம்பங்களாக நீள்கிறது (படம் 19.2).



படம் 19.1 மனிதச்சிறுநீரமைப்பு

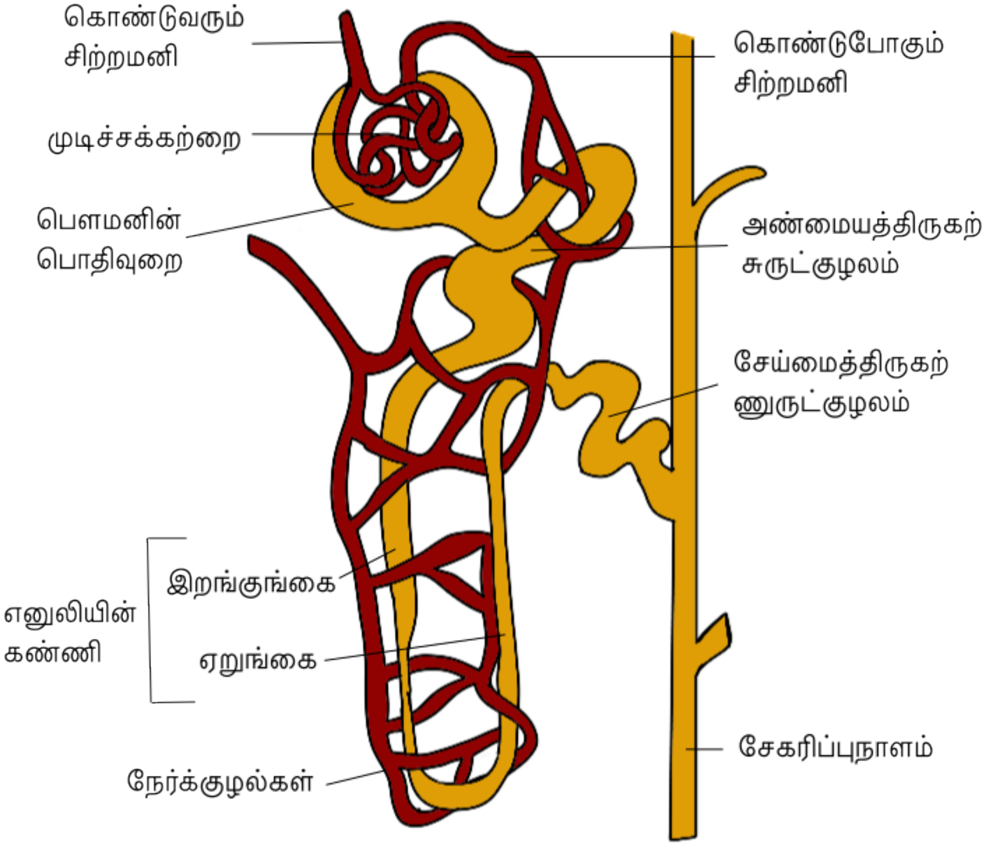
ஒவ்வொரு சிறுநீரகத்திலும் சிறுநீர்ப்பிரிப்பி எனப்படும் சுமார் இருமடியாயிரம் உட்சிக்க லான குழலக்கட்டமைப்புகள் உள்ளன (படம் 19.3). இவையே சிறுநீரகத்தின் செயலலகுகள். ஒவ்வொரு சிறுநீர்ப்பிரிப்பியிலும் முடிச்சக் கற்றை, சிறுநீரகக்குழலம் ஆகிய இரண்டு பகுதிகள் உள்ளன. முடிச்சக்கற்றை என்பது 'கொண்டுவரும் சிற்றமனி'களாலான நுண்குழல் களின் ஒரு கற்றை. முடிச்சக்கற்றையிலிருந்து குருதியை 'கொண்டுபோகும் சிற்றமனி'கள் வெளியேற்றுகின்றன.



படம் 19.2 சிறுநீரக நெடுக்குவெட்டின் வரைபடம்

சிறுநீரகக்குழலத்தின் தொடக்கத்தில் இரட்டைச்சுவருள்ள ஒரு குவளைபோன்ற கட்டமைப்பு உள்ளது. **பௌமனின்பொதிவுறை** எனப்படும் இந்த கட்டமைப்புக்குள் முடிச்சக் கற்றை இருக்கிறது. முடிச்சக்கற்றையும் பௌமனின் பொதிவுறையும் சேர்ந்ததை மால்ப்பிகப்பொதிவுறை என்றும் சிறுநீரகத் தனித்துகள் என்றும் அழைக்கிறோம் (படம் 19.4). குழலம் மேலும் தொடர்ந்து **அண்மையத்திருகற்**

சுருட்குழலம் (**அதிகு**) எனப்படும் ஒரு மிகவும் சுருள்வடிவான வலையத்தை உருவாக்குகிறது. குழலத்தின் அடுத்த பகுதி கொண்டையூசிவடிவ **எனுலியின் கண்ணி**. இதில் ஒரு ஏறுகாலும் இறங்குகாலும் உள்ளன. ஏறுகால் மற்றொரு அதிசுருள்வட்டாரமாக தொடர்கிறது. இந்த வட்டாரத்தை **சேய்மைத்திருகற்சுருட்குழலம்** (சேதிகு) என்கிறோம். சேதிகுவின் பல சிறுநீர்ப்பிரிப்பிகள் சேகரிப்புநாளம் எனப்படும் நேரான குழலில் திறக்கின்றன. பல சேகரிப்பு நாளங்கள் ஒன்றுசேர்ந்து சிறுநீரகப்பிரமிடுக ளின்வழி புல்லிவட்டங்களிலுள்ள சிறுநீரகயிடுப் பில் திறக்கின்றன.



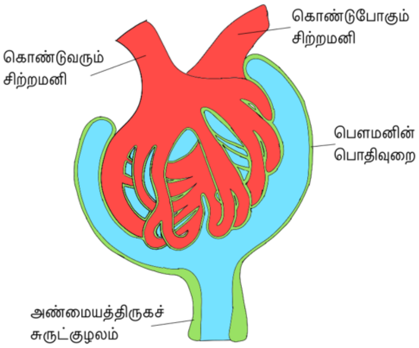
படம் 19.3 ஒரு சிறுநீர்ப்பிரிப்பியின் வரைபடக்குறிப்பு குருதிக்குழல்களையும் நாளங்களையும் குழலங்களையும் காட்டுகிறது.

சிறுநீரகக்குழலத்தின் தொடக்கத்தில் இரட்டைச்சுவருள்ள ஒரு குவளைபோன்ற கட்டமைப்பு உள்ளது. **பௌமனின்பொதிவுறை** எனப்படும் இந்த கட்டமைப்புக்குள் முடிச்சக் கற்றை இருக்கிறது. முடிச்சக்கற்றையும் பௌமனின் பொதிவுறையும் சேர்ந்ததை மால்ப்பிகப்பொதிவுறை என்றும் சிறுநீரகத் தனித்துகள் என்றும் அழைக்கிறோம் (படம் 19.4).

குழலம் மேலும் தொடர்ந்து **அண்மையத்திருகற் சுருட்குழலம்** (**அதிகு**) எனப்படும் ஒரு மிகவும் சுருள்வடிவான வலையத்தை உருவாக்குகிறது. குழலத்தின் அடுத்த பகுதி கொண்டையூசிவடிவ **எனுலியின் கண்ணி**. இதில் ஒரு ஏறுகாலும் இறங்குகாலும் உள்ளன. ஏறுகால் மற்றொரு அதிசுருள்வட்டாரமாக தொடர்கிறது. இந்த வட்டாரத்தை **சேய்மைத்திருகற்சுருட்குழலம்** (சேதிகு) என்கிறோம். சேதிகுவின் பல சிறுநீர்ப்பிரிப்பிகள் சேகரிப்புநாளம் எனப்படும் நேரான குழலில் திறக்கின்றன. பல சேகரிப்பு நாளங்கள் ஒன்றுசேர்ந்து சிறுநீரகப்பிரமிடுக ளின்வழி புல்லிவட்டங்களிலுள்ள சிறுநீரகயிடுப் பில் திறக்கின்றன.

சிறுநீரகப்பிரிப்பியின் மால்ப்பிகப்பொதி வுறை, அதிகு, சேதிகு ஆகியவை சிறுநீரகத்தின் புறணிப்பக்கத்தில் அமைந்துள்ளன; எனுலியின் கண்ணி முகுளத்துள் அமுங்குகிறது. பெரும்பான் மையான சிறுநீர்ப்பிரிப்பிகளில் எனுலியின் கண்ணி மிகச்சிறிது; முகுளத்துள் சிறுதொலை வுக்கே நீள்கிறது. இவ்வகையான சிறுநீர்ப் பிரிப்பிகளை புறணிச்சிறுநீர்ப்பிரிப்பிகள் என்கி றோம். வேறு சிலவற்றில் எனுலியின் கண்ணி மிகநீண்டு முகுளத்தின் ஆழத்துக்கு நீள்கின்றது.

இவற்றை முகுளருகுசீறுநீரகப்பிரிப்பிகள் என்கிறோம்.



படம் 19.4 மால்ப்பிகப்பொதிவுறை

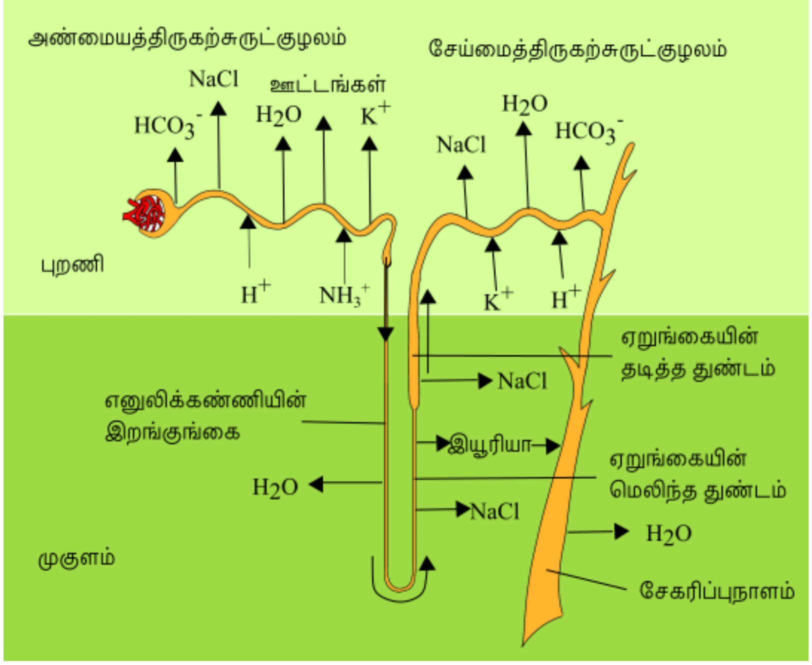
(சிறுநீரகத்தனித்துகள்)

முடிச்சக்கற்றையிலிருந்து வெளியேறும் கொண்டுபோகும் சிற்றமனிகள் சிறுநீர்க் குழலத்தைச்சுற்றி நுண்குழலங்களின் ஒரு நுண்ணிய வலையத்தை உருவாக்குகின்றன. இந்த வலையத்தின் ஒரு சிறுகுழல் எனுலிக் கண்ணிக்கு இணையாக ஓடி ஒரு வளைபகர வடிவ நேர்க்குழலை உருவாக்குகிறது. புறணிச்சிறுநீர்ப்பிரிப்பிகளில் நேர்க்குழல்கள் இல்லாமலோ இருந்தால் மிகச்சிறிதாகவோ இருக்கின்றன.

19.2 சிறுநீர் உருவாதல்

சிறுநீர் உருவாதலில் மூன்று நிகழ்முறைகள் அடங்குகின்றன. அவை முடிச்சவடிகட்டல், மீளுட்கவர்தல், சுரத்தல் ஆகியவை. இவை சிறுநீர்ப்பிரிப்பியின் வெவ்வேறு பகுதிகளில் நடைபெறுகின்றன.

சிறுநீர் உருவாதலின் முதற்படி குருதியை வடிகட்டல். இதை முடிச்சக்கற்றை செய்கிறது. எனவே இதை முடிச்சக்கற்றைவடிகட்டல் என்கிறோம். சிறுநீரகங்கள் ஒரு நிமிடத்துக்கு சராசரியாக $1100 - 1200\ ml$ குருதியை வடிகட்டுகின்றன. இது ஒரு நிமிடத்தில் இதயத்தின் ஒவ்வொரு கீழறையும் எக்கும் குருதியின் சுமார் $1/5$ பாகம். முடிச்சக்கற்றை நுண்குழலில் குருதியழுத்தம் 3 படலங்களின்வழி வடிகட்டலை விளைவிக்கிறது. அவை முடிச்சக் கற்றையின் குருதிக்குழலின் உண்மேற்சவ்வு, பௌமன்பொதியுறையின் மேற்சவ்வு, இந்த இரண்டு படலங்களுக்கும் இடையிலுள்ள கீழ்த் தளச்சவ்வு ஆகியவை. பௌமன்பொதிவுறை யின் மேற்சவ்வணுக்களான பாதவுயிரணுக்கள் அடுக்கமுறும்போது வடிகட்டற்றுளைகள் எனப்படும் மிகச்சிறு இடைவெளிகளை விட்டு வைக்கின்றன. குருதி இந்த சவ்விடையில் நுணுக்கமாக வடிகட்டப்படுகிறது. இதன் விளைவாக புரதங்களைத்தவிர குழைமத்தின் மற்றெல்லா உள்ளடங்கிகளும் பௌமன்பொதி வுறையின் குழற்றுளைக்குள் செல்கின்றன. இதனால் இதை மிகுவடிகட்டல் என்ற நிகழ்முறையாக கருதுகிறோம்.



படம் 19.5 சிறுநீர்ப்பிரிப்பியின் வெவ்வேறு பாகங்களில் பொருள்களின் மீளுட்கவர்தலும் சுரப்பும் (அம்புக்குறிகள் பொருண்ம அசைவின் திசையை காட்டுகின்றன).

சிறுநீரகங்களில் ஒரு நிமிடத்தில் உருவாகும் வடிமத்தின் அளவை **முடிச்சவடிகட்டல்வீதம்** (**முவவீ**) என்கிறோம். உடனலமான மனிதரில் முவவீ சுமார் $125\ ml\ m^{-1}$; அதாவது ஒரு நாளுக்கு 180 இலிட்டர்!

சிறுநீரகங்களில் முடிச்சவடிகட்டல்வீதத்தை ஒழுங்குறுத்த உள்ளார்ந்த இயங்குமுறைகள் உள்ளன. இதற்கான பயன்றிறனான ஒரு இயங்கு முறையை முடிச்சருகச்செயற்கருவி (முசெக) செயலாக்குகிறது. முசெக சேய்மைத்திருகற் சுருட்குழலமும் கொண்டுவருசிற்றமனிகளும் தொடுமிடத்தில் அவற்றின் மாற்றமைவால் உருவாகும் ஒரு தனித்துவ சுரணையான வட்டாரம். முவவீயின் குறைவு முடிச்சருகவணுக் களிலிருந்து சிநீன் விடுபடச்செய்கிறது. சிநீன் முடிச்சக்குருதிப்பாய்வை தூண்டி முவவீயின் மட்டத்தை சீராக்குகிறது.

ஒரு நாளில் உண்டாகும் வடிமத்தை (180 இலிட்டர்) ஒரு நாளில் வெளியாகும் சிறுநீரின் அளவான 1.5 இலிட்டருடன் ஒப்பிடும்போது கிட்டத்தட்ட 99 நூற்றுவீத வடிமத்தை சிறுநீர்க் குழலங்கள் **மீளுட்கவர்**கின்றன என்று காண்கி றோம். இந்த மீளுட்கவர்வை சிறுநீர்ப்பிரிப்பியின் வெவ்வேறு பகுதிகளிலுள்ள குழலமேற்சவ்வணுக் கள் முனைப்ப இயங்குமுறையாலோ முனைப் பில்லா இயங்குமுறையாலோ செய்கின்றன. சான்றாக, வடிமத்திலுள்ள குளுக்கோசு, அமினோ வமிலங்கள், Na^{+}, இன்ன பிற பொருள்கள் முனைப்பாக மீளுட்கவரப்படுகின்றன; நைற்றசக்கழிவுகள் முனைப்பிலாக்கடத்தலால் மீளுட்கவரப்படுகின்றன. நீரின் மீளுட்கவர்தலும் சிறுநீர்ப்பிரிப்பியின் தொடக்கப்பகுதியில் முனைப்பின்றி நிகழ்கிறது (படம் 19.5).

சிறுநீர் உருவாகும்போது குழலவணுக்கள் H^{+}, K^{+}, அம்மோனியா போன்ற பொருள்களை வடிமத்தில் சுரக்கின்றன. குழலச்சுரப்பும் சிறுநீர் உருவாதலில் முக்கியமான படி; உடலின் பாய்மங் களில் அயனிச்சமன்மையையும் அமிலக்காரச் சமன்மையையும் தகவைக்க இது உதவுகிறது.

19.3 குழலங்களின் செயல்கள்

அண்மையத்திருகற்சுருட்குழலம் (அதிகு)

அதிகுவின் உட்படலத்தில் தூரிகைக்கரை யுள்ள எளிய கனசதுரமனைய மேற்சவ்வு மீளுட்கவர்வதற்கான மேற்பரப்பை அதிகரிக் கிறது. கிட்டத்தட்ட எல்லா அவசியமான ஊட்டங்களும் 70-80 நூற்றுவீத மின்பகுளிகளும் நீரும் இந்த பகுதியில் மீளுட்கவரப்படுகின்றன. அதிகு வடிமத்தினுள் ஐதரசவயனிகள், அம்மோ னியா, பொட்டாசியவயனிகள் ஆகியவற்றை தெரிவமாக சுரப்பதன்மூலமும் வடிமத்திலிருந்து HCO_3^{-}ஐ உட்கவர்வதன்மூலமும் உடற்பாய்மங்க ளின் அசுவையும் அயனிச்சமன்மையையும் தகவைக்க உதவுகிறது.

எனுலிக்கண்ணி

இதன் உட்கவரும் காலில் மீளுட்கவர்வு மிகக்குறைவு. ஆனால், இந்த வட்டாரம் முகுள இடைப்படுபாய்மத்தின் உயர் சவ்வூடு மோலிரத்தை தகவைப்பதில் முக்கியப்பங்கை வகிக்கிறது. எனுலிக்கண்ணியின் இறங்குகால் நீரை புகவிடுவதெனினும் மின்பகுளிகளை கிட்டத்தட்ட புகவிடாதது. இது வடிமம் கீழிறங்கும் போது அதை செறிவூட்டுகிறது. ஏறுகால் நீரை புகவிடாதது; ஆனால் மின்பகுளிகளின் கடத்தலை முனைப்புடனும் முனைப்பின்றியும் அனுமதிக்கிறது. எனவே, செறிந்த வடிமம் மேனோக்கி செல்லும்போது மின்பகுளிகள் முகுளப்பாய்மத்துக்கு செல்வதால் நீர்த்தலடை கிறது.

சேய்மைத்திருகற்சுருட்குழலம் (சேதிகு)

Na^{+}, நீர் ஆகியவற்றின் கட்டுப்பட்ட மீளுட்கவர்தல் இந்த பகுதியில் நடைபெறுகிறது. அசுவையும் சோடியப்பொட்டாசியச்சமன்மை யையும் தகவைக்க சேதிகு HCO_3^{-}ஐ மீளுட்கவர வும் ஐதரசவயனியையும் பொட்டாசியவயனி யையும் அம்மோனியாவையும் தெரிவமாக சுரக்கவும் வல்லது.

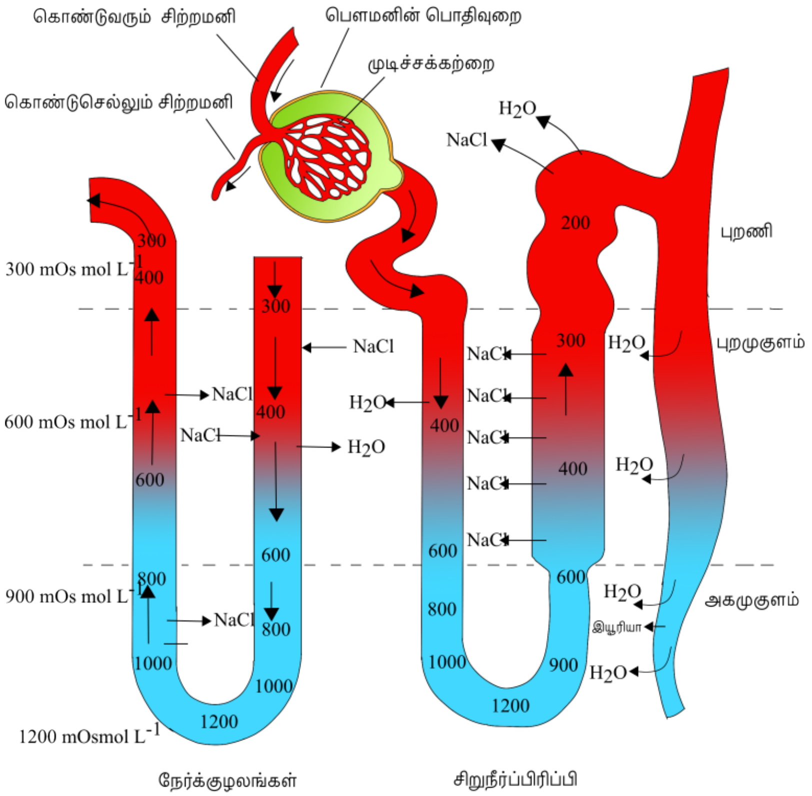
சேகரிப்புநாளம்

இந்த நீண்ட நாளம் சிறுநீரகப்புறணியிலி ருந்து முகுளத்தின் உட்பகுதிகளுக்கு செல்கிறது. இந்த வட்டாரம் பேரளவான நீரை மீளுட்கவர்ந்து செறிந்த சிறுநீரை உண்டாக்கலாம். சவ்வூடு மோலிரத்தை அதிகமாக வைத்திருக்க இந்த பகுதி சிறிதளவான இயூரியாவை முகுள இடைமுகத்துக்கு செல்லவிடுகிறது. இது H^{+}, K^{+} அயனிகளின் தெரிவச்சுரப்பால் அசுவையும் அயனிச்சமன்மையையும் தகவைப்பதிலும் பங்குபெறுகிறது.

19.4 வடிமத்தை செறிவாக்கும் இயங்குமுறை

பாலூட்டிகள் செறிந்த சிறுநீரை உற்பத்தி யாக்கும் இயன்மையுள்ளவை. எனுலிக்கண்ணி யும் நேர்க்குழலும் இதில் முக்கியப்பங்குவகிக் கின்றன. எனுலிக்கண்ணியின் இரண்டு கால்க ளில் வடிமத்தின் பாய்வு எதிரெதிர்த்திசையவை. இதனால் ஒரு எதிரோட்டம் உண்டாகிறது. நேர்க்குழலின் இரண்டு கால்களின்வழியான குருதிப்பாய்வும் எதிரோட்டப்பாங்கில் இருக் கிறது. எனுலிக்கண்ணியும் நேர்க்குழலமும் அண்மையிலிருப்பதும் அவற்றின் எதிரோட்ட மும் முகுளத்தின் உட்பக்க இடைமுகத்தை நோக்கி அதிகரிக்கும் சவ்வூடுமோலிரத்தை தகவைக்க உதவுகின்றன. இந்த சவ்வூடு மோலிரம் புறணியில் $300\ mOsmol\ L^{-1}$இலிருந்து

முகுளத்தில் உள்ளிடைமுகத்தில் 1200 $mOsmol$ L^{-1}க்கு அதிகரிக்கிறது. இந்த சாய்வுக்கு முக்கியமாக $NaCl$உம் இயூரியாவும் காரணமாகின்றன. $NaCl$ஐ எனுலிக்கண்ணியின் ஏறுகால் கடத்துகிறது; நேர்க்குழலின் இறங்குகாலுடன் இடைமாறுகிறது. நேர்க்குழலின் ஏறுகால் $NaCl$ஐ இடைமுகத்துக்கு திருப்பியனுப்புகிறது. சிறிதளவான இயூரியா எனுலிக்கண்ணியில் ஏறுகாலின் மெல்லிய பகுதியில் நுழைகிறது; இதை சேகரிப்புநாளம் இடைமுகத்துக்கு திருப்பிக்கடத்துகிறது. எனுலிக்கண்ணியும் நேர்க்குழலும் தனித்துவ உறவில் இருப்பதால் ஏற்படும் மேல்விவரித்த பொருட்கடத்தலை எதிரோட்ட இயங்குமுறை என்றழைக்கிறோம் (படம் 19.6). இந்த இயங்குமுறை முகுள இடைமுகத்தில் செறிவுச்சாய்வை தகவைக்க உதவுகிறது. இவ்வாறான இடைமுகச் சாய்வு இருப்பது நீர் சேகரிப்புநாளத்திலிருந்து வெளிச்செல்ல உதவி வடிமத்தை (சிறுநீரை) செறிவாக்குகிறது. மனிதச்சிறுநீரகங்கள் தொடக்கவடிமத்தைப்போல் கிட்டத்தட்ட நான்கு மடங்கு செறிவான சிறுநீரை உண்டாக்க வல்லவை.



படம் 19.6 ஒரு சிறுநீர்ப்பிரிப்பியும் நேர்க்குழலும் எதிரோட்ட இயங்குமுறையில் ஈடுபடுவதை காட்டும் வரைபடம்.

19.5 சிறுநீரகச்செயல்களை ஒழுங்குறுத்தல்

சிறுநீரகச்செயல்களை சிறுதலமி, முசெக, ஓரளவுக்கு இதயம் ஆகியவை பங்கேற்கும் அகச்சுரப்புப்பின்னூட்ட இயங்குமுறைகள் பயன்றிறனாக கண்காணித்து ஒழுங்குறுத்துகின்றன.

உடலிலுள்ள சவ்வூடுபெறுநுனிகளை குருதிப்பருமன், உடற்பாய்மத்தின் பருமன், அயனிச்செறிவு ஆகியவற்றில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் செயலூட்டுகின்றன. உடலிலிருந்து மிகுதியான நீரை இழப்பது இந்த பெறுநுனிகளை செயலூட்டலாம். இந்த பெறுநுனிகள் பின்பிட்டூட்டரியிலிருந்து சிறுநீர்மிகைப்பெதிரகச்சுரப்பையோ (சிமிசு) குழலழுத்தனையோ விடுவிக்குமாறு சிறுதலமியை தூண்டுகின்றன. சிமிய குழலத்தின் பிற்பகுதிகளிலிருந்து நீர் மீளுட்கவரப்படுவதை வசதியாக்கி சிறுநீர்மிகையை தடுக்கிறது. உடற்பாய்மத்தின் பருமன் அதிகரிப்பது சவ்வூடுபெறுநுனிகளை செயலிறக்கி பின்னூட்டத்தை முழுமையாக்கும் சிமியவிடுவிப்பை ஒடுக்கலாம். சிமிய குருதிக்குழல்களை குறுக்கும் விளைவால் சிறுநீரகச்செயல்களை பாதிக்கலாம். இது குருதியமுத்தத்தை அதிகரிக்கச்செய்

கிறது. குருதியழுத்தம் அதிகரிப்பது முடிச்சக் குருதிப்பாய்வை அதிகரித்து அதனால் முவவீ யையும் அதிகரிக்கிறது.

முசெக ஒரு உட்சிக்கலான ஒழுங்குறுத்தப் பங்கை வகிக்கிறது. முடிச்சக்குருதிப்பாய்வின் (முடிச்சக்குருதியழுத்தத்தின்) வீழ்ச்சி முடிச்சருக வணுக்களை செயலூட்டி சிநீனை விடுவிக்கச் செய்கிறது. இது குருதியிலுள்ள குழற்சுருக்கி யாக்கியை 1ஆம் குழற்சுருக்கியாகவும் பின்பு 2ஆம் குழற்சுருக்கியாகவும் மாற்றுகிறது. 2ஆம் குழற்சுருக்கி ஒரு வலுவான நீர்மக்குழனெறிப்பி யாயிருப்பதால் முடிச்சக்குருதியழுத்தத்தையும் அதனால் முவவீயையும் அதிகரிக்கிறது. 2ஆம் குழற்சுருக்கி அண்ணகப்புறணி ஆல்டோதிரால வோனை விடுவிப்பதையும் தூண்டுகிறது. ஆல்டோதிராலவோன் குழலத்தின் தொலைவப் பகுதிகளிலிருந்து Na^+ஐயும் நீரையும் மீளுட் கவரச்செய்கிறது. இதுவும் குருதியழுத்தமும் முவவீயும் அதிகரிக்க காரணமாகிறது. இந்த உட்சிக்கலான இயங்குமுறையை **சிநீன்குழற் சுருக்கியியங்குமுறை** என்கிறோம்.

இதயத்தின் மேலறைக்கு குருதிப்பாய்வு அதி கரிப்பது **மேலறைசோடியச்சிறுநீர்க்காரணி** (மேசோகா) விடுபட காரணமாகிறது. மேசோகா நீர்மக்குழல்விரிவுறலை உண்டாக்கி அதனால் குருதியழுத்தத்தை குறைக்கிறது. எனவே, மேசோகாயியங்குமுறை சிநீன்குழற்சுருக்கி யியங்குமுறைக்கு கண்காணிப்பாக செய லாற்றுகிறது.

19.6 சிறுநீர்கழித்தல்

சிறுநீர்ப்பிரிப்பிகள் உருவாக்கும் சிறுநீர் இறுதியில் சிறுநீர்ப்பைக்கு வந்துசேர்ந்து மையநரம்பமைப்பிலிருந்து (மைநப) ஒரு தன்விருப்பச்சமிக்கை வரும்வரை சேமகமா கிறது. இந்த சமிக்கை சிறுநீரால் நிறைந்த சிறுநீர்ப்பை நீண்டுவிரிவதால் தொடங்குகிறது. இதன் மறுவினையாக சிறுநீர்ப்பைச்சுவரிலுள்ள நீட்சிப்பெறுநுனிகள் மைநபவுக்கு சமிக்கை யனுப்புகின்றன. மைநப உந்துவச்சமிக்கை களை அனுப்பி சிறுநீர்ப்பையின் வழுவுத் தசையை குறுக்கி அதேநேரத்தில் சிறுநீர்ச் சுருக்கிடுக்கியை தளர்த்துவதால் சிறுநீர் வெளியேறுகிறது. சிறுநீரை கழிவுநீக்கும் இந்த நிகழ்முறையை சிறுநீர்கழித்தல் என்கிறோம். இதை விளைவிக்கும் நரம்பியங்குமுறையை சிறுநீர்கழிப்புமறிவினை என்கிறோம். ஒரு மனித முதுவர் ஒரு நாளுக்கு சராசரியாக 1 முதல் 1.5 இலிட்டர்வரை சிறுநீர்கழிக்கிறார். சிறுநீர் சிறிது மஞ்சணிறமும் அமிலத்தன்மையுமான (pH 6.0) நீர்மம். சிறுநீருக்கு ஒரு சிறப்பியல்பான மணம் உண்டு. ஒரு நாளில் சராசரியாக $25-30\,g$ இயூரியா கழிவுநீங்குகிறது. சிறுநீரின் சிறப்பியல் புகளை பல்வேறு நிலைமைகள் பாதிக்கலாம். சிறுநீரின் பகுப்பாய்வு பல வளர்சிதைமாற்ற முறைமையின்மைகளையும் சிறுநீரகத்தின் பிழைச்செயல்களையும் மருத்துவகநோயறிவ தில் உதவுகிறது. சான்றாக, சிறுநீரில் குளுக் கோசு இருப்பதும் (குளுக்கோச்சிறுநீர்) கீற்றோப் பொருள்கள் இருப்பதும் (கீற்றோசிறுநீர்) இனிப்புநீரிழிவின் காட்டிகள்.

19.7 கழிவுநீக்கத்தில் மற்ற உறுப்புகளின் பங்கு

சிறுநீரகம் மட்டுமல்லாமல் நுரையீரல்கள், கல்லீரல், தோல் ஆகியவையும் கழிவுநீக்கத்தில் உதவுகின்றன.

நம் நுரையீரல்கள் பெருமளவான (சுமார் $200\,mL\,m^{-1}$) CO_2ஐயும் கணிசமான நீரையும் நீக்குகின்றன. உடலின் மீப்பெரும் சுரப்பியான கல்லீரல் பித்தச்செம்மை, பித்தப்பசுமை, பித்தத் திரால், சிதைந்த திரலனைய அகச்சுரப்புகள், வைட்டமின்கள், மருந்துப்பொருள்கள் போன்ற வற்றை சுரக்கிறது. இவற்றுள் பெரும்பாலா னவை கழிவுப்பொருள்களுடன் சேர்ந்து கழிவு நீங்குகின்றன.

தோலிலுள்ள வியர்வைச்சுரப்பிகளும் மெழு கச்சுரப்பிகளும் தங்கள் சுரப்புகளின்வழி சில பொருள்களை நீக்குகின்றன. வியர்வைச்சுரப்பிக ளில் உண்டாகும் வியர்வை $NaCl$உம் சிறிதளவு களில் இயூரியா, பாலமிலம், இன்ன பிறவும் உள்ள நீர்மம். வியர்வையின் முதன்மைச்செயல் உடலின் மேற்பரப்பை குளிரச்செய்வதெனினும், மேற்குறிப்பிட்ட சில கழிவுகளை நீக்குவதிலும் அது உதவுகிறது. மெழுகச்சுரப்பிகள் திரலனை யங்கள், ஐதரசக்கரிமங்கள், மெழுகுகள் போன்ற பொருள்களை மெழுகம்வழி நீக்குகின்றன. இந்த சுரப்பு தோலுக்கு ஒரு பாதுகாப்பான நெய்யப் படலத்தை வழங்குகின்றது. சிறிதளவான நைற்றசக்கழிவுகளை உமிழ்நீரும் நீக்குகிறது என்பதை அறிவீர்களா?

19.8 கழிவுநீக்கமைப்பின் முறைமையின்மைகள்

சிறுநீரகத்தின் பிழைச்செயலால் குருதியில் இயூரியா திரளலாம். இந்த நிலைமையை **இயூரியக்குருதி** என்கிறோம். இது மிகவும் தீங்கானது; சிறுநீரகச்செயலிழைப்பை விளை விக்கலாம். இந்த நிலைமையுள்ளவர்களில் குருதியூடுபகுப்பு என்ற வழிமுறையால் இயூரி யாவை நீக்கலாம். இந்த வழிமுறையின்போது குருதியை ஒரு வசதியான தமனியிலிருந்து வடித்து, எப்பரின் போன்ற ஒரு திரள்படி வெதிர்ப்பியை சேர்த்து, **செயற்கைச்சிறுநீரகம்** எனப்படும் ஒரு ஊடுபகுப்பிக்கு எக்குகிறார்கள். ஊடுபகுப்பியில் பாகாடியாலான ஒரு சுருட் குழலைச்சூழ்ந்து நைற்றசக்கழிவுகள் இல்லாத குருதிக்குழைமத்தின் கூறடக்கமுள்ள ஒரு பாய்மம் (ஊடுபகுப்புப்பாய்மம்) இருக்கிறது. குழாயின் புரையுள்ள பாகாடிச்சவ்வு செறிவுச்

சாய்வின் அடிப்படையில் மூலக்கூறுகளை புகவிடுகிறது. நைற்றசக்கழிவுகள் ஊடுபகுப்புப் பாய்மத்தில் இல்லாததால் இந்த பொருள்கள் தடையின்றி வெளியேறுவதால் குருதி தூய்மை யடைகிறது. இவ்வாறு தூய்மையான குருதியுடன் எப்பரினெதிர்ப்பியை சேர்த்து ஒரு வசதியான சிரையின்வழி உடலில் ஏற்றுகிறார்கள். இந்த முறை உலகெங்கும் இயூரியக்குருதியுள்ள ஆயிரக்கணக்கானவர்களுக்கு ஒரு வரம்.

நுண்கடும் சிறுநீரகச்செயலிழப்பை சரியாக்கும் இறுதிமுறை சிறுநீரகமாற்றுநடவு. மாற்றுச் சிறுநீரகத்தை வழங்குபவர் நெருங்கிய உறவினராயிருப்பது நலம்; அப்போது பெறுநரின் நோயெதிர்ப்பமைப்பு சிறுநீரகத்தை ஏற்காமலிருப்பதன் வாய்ப்பு மீச்சிறிதாகிறது. இக்கால மருத்துவக செய்முறைகள் இவ்வாறான உட்சிக்கலான செய்நுட்பத்தின் வெற்றிவீதத்தை அதிகரித்திருக்கின்றன.

சிறுநீரகக்கற்கள்: இவை ஆச்சலேட்டுகள் போன்ற கரையாத உப்புகளால் சிறுநீரகத்தில் உருவாகும் படிகப்பொருள்கள்.

முடிச்சச்சிறுநீரகவழற்சி: சிறுநீரகத்தின் முடிச்சத்தில் ஏற்படும் அழற்சி.

சுருக்கவுரை

உடலில் திரளும் பல நைற்றசனுள்ள பொருள்களும் அயனிகள், CO_2, நீர், இன்னபிறவும் நீக்கப்படவேண்டும். விலங்குகள் உண்டாக்கும் நைற்றசக்கழிவுகளின் இயல்பும் அவற்றின் கழிவுநீக்கமும் முக்கியமாக விலங்குகளின் வாழிடத்தால் (நீர் கிடைப்பதை சார்ந்து) வேறுபடுகின்றன. அம்மோனியா, இயூரியா, இயூரிகவமிலம் ஆகியவை முதன்மையான நைற்றசக்கழிவுகள்.

முந்துகழிவுக்குழல்கள், கழிவுக்குழல்கள், மால்ப்பிகக்குழலங்கள், பச்சைச்சுரப்பிகள், சிறுநீரகங்கள் ஆகியவை விலங்குகளில் வழக்கமாக காணப்படும் கழிவுறுபுகள். இவை நைற்றசக்கழிவுகளை நீக்குவது மட்டுமல்லாமல், அயனிச்சமன்மையையும் அமிலக்காரச்சமன்மையையும் தகவைக்கவும் உதவுகின்றன.

மனிதரின் கழிவுநீக்கமைப்பில் இரண்டு சிறுநீரகங்கள், சிறுநீர்க்குழல்கள், சிறுநீர்ப்பை, சிறுநீர்ப்புறவழி ஆகியவை அடங்குகின்றன. ஒவ்வொரு சிறுநீரகத்திலும் சிறுநீர்ப்பிரிப்பிகள் எனப்படும் இருமடியாயிரக்கணக்கான் குழலக்கட்டமைப்புகள் உள்ளன. சிறுநீரகப்பிரிப்பி சிறுநீரகத்தின் அடிப்படையலகு. இதில் முடிச்சக்கற்றை, சிறுநீரகக்குழலம் ஆகிய இரண்டு பகுதிகள் உள்ளன. முடிச்சக்கற்றை சிறுநீர்த்தமனியின் மெல்லிய சிற்றமனிகளின் நுண்குழலங்களின் கற்றை. சிறுநீரகக்குழலம் இரட்டைச்சுவருள்ள பௌமனின் பொதிவுறையில் தொடங்கி, அண்மையத்திருகற் சுருட்குழலம் (அதிகு), எனுலியின் கண்ணி, சேய்மைத்திருகற்சுருட்குழலம் (சேதிகு) ஆகியவையாக வேறுபடுகிறது. பல சிறுநீர்ப்பிரிப்பிகளின் சேதிகுகள் ஒரு பொதுவான சேகரிப்புநாளத்தில் சேர்கின்றன. பல சேகரிப்புநாளங்கள் இறுதியில் சிறுநீரகப்பிரமிடுகளின்வழி சிறுநீரகயிடுப்பில் திறக்கின்றன. பௌமனின் பொதிவுறையும் அதனுள்ளிருக்கும் முடிச்சக்கற்றையும் சேர்ந்து மால்ப்பிகக்குழலம் எனப்படும் சிறுநீரகத்தனித்துகளாகிறது.

சிறுநீர் உருவாதலில் வடிகட்டல், மீளுட்கவர்தல், சுரத்தல் ஆகிய மூன்று முக்கிய நிகழ்முறைகள் உள்ளன. வடிகட்டல் முடிச்சக்கற்றையில் நுண்குழலக்குருதியழுத்தத்தால் நிகழும் தெரிவற்ற நிகழ்முறை. நிமிடத்துக்கு சுமார் $1200\,mL$ குருதியை முடிச்சக்கற்றை வடிகட்டி பௌமனின் பொதிவுறையில் நிமிடத்துக்கு $125\,ml$ (முவவீ) வடிமத்தை உண்டாக்குகிறது. சிறுநீர்ப்பிரிப்பியின் முசெக என்ற தனித்துவப்பகுதி முவவீயை ஒழுங்குறுத்தலில் முக்கியப்பங்கை வகிக்கிறது. வடிப்பி மீளுட்கவர்வதன் சுமார் 99 நூற்றுவீதம் சிறுநீர்ப்பிரிப்பியின் வெவ்வேறு பாகங்களின் நடைபெறுகின்றது. அதிகு மீளுட்கவர்தலுக்கும் தெரிவச்சுரப்புக்குமான முதன்மையிடம். எனுலிக்கண்ணி முக்கியமாக சிறுநீரகயிடைமுகத்தில் சவ்வூடுமோலிரச்சாய்வை $(300\,mOsm\,L^{-1})$ தகவைக்க உதவுகிறது. செதிகுவும் சேகரிப்புநாளமும் நீரையும் சில மின்பகுளிகளையும் அதிகமாக மீளுட்கவர்கின்றன. இது சவ்வூடொழுங்குறுத்தத்தில் உதவுகிறது. அதாவது, குழலங்கள் H^+, K^+, NH_3 ஆகியவற்றை வடிமத்தில் சுரப்பதன்மூலம் உடற்பாய்மங்களில் அயனிச்சமன்மையையும் அசுவையும் தகவைக்கின்றன.

எனுலிக்கண்ணி, நேர்க்குழல் (எனுலிக்கண்ணிக்கு இணையான நுண்குழல்) ஆகியவற்றின் இரண்டு கால்களிடையில் ஒரு எதிரோட்ட இயங்குமுறை செயலாற்றுகிறது. இறங்குகாலில் செல்லும்போது வடிமம் செறிவடைகிறது; ஏறுகாலில் நீர்த்தலடைகிறது. இதனால் மின்பகுளிகளும் இயூரியாவும் இடைமுகத்தில் தங்குகின்றன. சேதிகுவும் சேகரிப்புநாளமும் வடிமத்தை நான்குமடங்கு செறிவூட்டுகின்றன; அதாவது $300\,mOsmol\,L^{-1}$இலிருந்து $1200\,mOsmol\,L^{-1}$க்கு செறிவூட்டிகின்றன. இது நீரிழப்பை குறைக்கும் ஒரு அருமையான இயங்குமுறை. சிறுநீர் சிறுநீர்ப்பையில் சேமகமாகிறது. மைநப ஒரு தன்விருப்பச்சமிக்கையை அனுப்பும்போது சிறுநீர் சிறுநீர்ப்புறவழியில் வெளியேறுகிறது; அதாவது சிறுநீர்கழித்தல் நிகழ்கிறது. தோல், நுரையீரல்கள், கல்லீரம் ஆகியவையும் கழுவுநீக்கத்தில் உதவுகின்றன.

பயிற்சிகள்

1. முடிச்சவடிகட்டல்வீதத்தை (முவவீ) வரையறுக்க.
2. முவவீ எனும் தானேயொழுங்குறுத்த இயங்குமுறையை விளக்குக.
3. கீழ்க்கண்ட கூற்றுகள் மெய்யா பொய்யா என்றுரைக்க.
    a. சிறுநீர்கழித்தல் ஒரு மறுவினையால் செயலாற்றுகிறது.
    b. சிமிய சிறுநீரை குறைச்சவ்வூடாக்குவதன்மூலம் நீர்நீக்கத்தில் உதவுகிறது.
    c. புரதமற்ற பாய்மம் குருதிக்குழைமத்திலிருந்து பௌமனின் பொதிவுறைக்குள் வடிகட்டப்படுகிறது.
    d. எனுலிக்கண்ணி சிறுநீரை செறிவூட்டுவதில் முக்கியப்பங்கை வகிக்கிறது.
    e. குளுக்கோசு அண்மையத்திருகற்சுருட்குழலத்தில் முனைப்பாக மீளுட்கவரப்படுகிறது.
4. எதிரோட்ட இயங்குமுறையைப்பற்றி சிறு குறிப்பை எழுதுக.
5. கழிவுநீக்கத்தில் கல்லீரல், நுரையீரல்கள், தோல் ஆகியவற்றின் பங்குகளை விவரிக்க.
6. சிறுநீர்கழித்தலை விளக்குக.
7. முதல் நெடுக்கையையும் இரண்டாம் நெடுக்கையையும் பொருத்துக.

(அ) அம்மோனியக்கழிப்பு	(1) பறவைகள்
(ஆ) பௌமனின் பொதிவுறை	(2) நீரின் மீளுட்கவர்வு
(இ) சிறுநீர்கழித்தல்	(3) எலும்புள்ள மீன்
(ஈ) இயூரியக்கழித்தல்	(4) சிறுநீர்ப்பை
(உ) சிமிய	(5) சிறுநீரகக்குழலம்

8. சவ்வூடொழுங்குறுத்தம் என்பதன் பொருள் என்ன?
9. நிலவிலங்குகள் பொதுவாக இயூரியக்ழிப்பனவாகவோ இயூரிகக்கழிப்பனவாகவோ உள்ளன; அம்மோனியக்கழிப்பனவாக இல்லை. ஏன்?
10. சிறுநீரகச்செயலில் முடிச்சருகச்செயற்கருவியின் முக்கியத்துவம் என்ன?
11. கீழ்க்கண்டவற்றின் பெயர்களை தருக.
    a. முந்துகழிவுக்குழல் கழிவுநீக்கக்கட்டமைப்பாகவுள்ள ஒரு நாண்முதுக விலங்கு
    b. மனிதச்சிறுநீரகத்தில் சிறுநீரகப்பிரமிடுகளிடையில் நீண்டிருக்கும் புறணிப்பகுதி
    c. எனுலிக்கண்ணிக்கு இணையாக ஓடும் ஒரு நுண்குழலக்கண்ணி
12. கோடிட்ட இடங்களை நிரப்புக.
    a. எனுலிக்கண்ணியின் ஏறுகால் நீருக்கு ______ ஆனால் இறங்குகால் அதற்கு _________.
    b. குழலங்களின் சேய்மைப்பகுதிகளிலிருந்து நீரின் மீளுட்கவர்வை _________ என்ற அகச்சுரப்பு வசதியாக்குகிறது.
    c. ஊடுபகுப்புப்பாய்மத்தில் _________ தவிர குழைமத்தின் எல்லா உள்ளடங்கிகளும் இருக்கின்றன.
    d. உடனலமான மனித முதுவர் சராசரியாக நாளுக்கு _______ gm இயூரியாவை கழிவுநீக்குகிறார்.