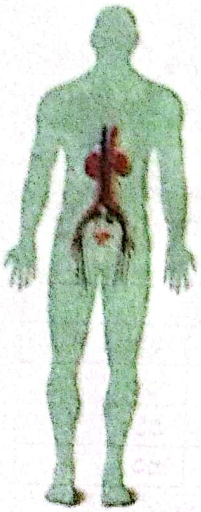
অধ্যায় ৬ মানব শারীরতত্ত্ব: বর্জ্য ও নিষ্কাশন
HUMAN PHYSIOLOGY: WASTES AND ELIMINATION



আমরা প্রতিদিন কিছু না কিছু মাছ, মাংস, ডাল, দুধ, ডিম প্রভৃতি আমিষ জাতীয় খাদ্য গ্রহণ করি। এসব খাদ্য দেহের বৃদ্ধি ও ক্ষয়পূরণের জন্য অত্যাবশ্যক। সকল ধরনের আমিষ খাদ্য পরিপাক প্রক্রিয়ার মাধ্যমে অ্যামিনো অ্যাসিডে পরিণত হয়। এদের অধিকাংশই দেহের বৃদ্ধি ও ক্ষয়পূরণে অংশগ্রহণ করে। সামান্য কিছু অ্যামিনো অ্যাসিড শক্তি উৎপাদন প্রক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে। এ প্রক্রিয়ায় কিছু নাইট্রোজেনঘটিত বর্জ্য সৃষ্টি হয় যা দেহের জন্য অত্যন্ত ক্ষতিকর। মানুষের রেচনতন্ত্র এসব ক্ষতিকর পদার্থ দেহ হতে বের করে দেয়। এ অধ্যায়ে মানুষের প্রধান রেচন অঙ্গের গঠন, কাজ ও জটিলতা সম্পর্কে আলোচনা করা হয়েছে।

প্রধান শব্দাবলি (Key words)

- রেচন
- মূত্র
- বৃক্কের পাথর
- নেফ্রন
- অরনিথিন চক্র
- রেনাল ফেইলিউর
- নির্বাচিত পুনঃশোষণ
- ক্রিয়েটিনিন ক্লিয়ারেন্স
- বোম্যানস ক্যাপস্যুল
- হেনলির লুপ
- ইউরিয়া
- গ্লোমেরুলাস

পিরিয়ড সংখ্যা ৬। এ অধ্যায় পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা যা পারবে -

শিখনফল	বিষয়বস্তু
১। বৃক্কের গঠন ও কাজের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করতে পারবে।	● বৃক্ক ○ গঠন ○ কাজ
২। ব্যবহারিক: বৃক্কের অনুচ্ছেদ শনাক্ত ও চিত্র অংকন করতে পারবে।	● ব্যবহারিক ○ মানব বৃক্কের অনুচ্ছেদের স্থায়ী স্লাইড পর্যবেক্ষণ
৩। রেচনের শারীরবৃত্ত ব্যাখ্যা করতে পারবে।	● রেচনের শারীরবৃত্ত
৪। মানব শরীরে রেচন ও অসমোরেগুলেশনে বৃক্কের কার্যক্রমের যথার্থতা মূল্যায়ন করতে পারবে।	● বৃক্কের ভূমিকা: ○ রেচন ○ অসমোরেগুলেশন
৫। বৃক্কের তাৎক্ষণিক বিকলের লক্ষণ ও ঐ মূহুর্তে করণীয় ব্যাখ্যা করতে পারবে।	● বৃক্কের তাৎক্ষণিক বিকল, লক্ষণ ও করণীয়
৬। রক্ত ও মূত্রে হরমোনের ক্রিয়া বিশ্লেষণ করতে পারবে।	● হরমোনাল ক্রিয়া: ○ মূত্রের ঘনত্ব নিয়ন্ত্রণ ○ রক্তে সোডিয়ামের মাত্রা নিয়ন্ত্রণ ○ রক্তের পিএইচ নিয়ন্ত্রণ

জীবদেহ হতে বিপাকীয় বর্জ্য পদার্থ বা বিষাক্ত ও অপ্রয়োজনীয় পদার্থের অপসারণকে রেচন বলে। প্রকৃতপক্ষে যে শারীরবৃত্তীয় প্রক্রিয়ায় দেহ হতে আমিষ জাতীয় খাদ্য বিপাকের ফলে সৃষ্ট নাইট্রোজেনঘটিত বর্জ্য পদার্থ নিষ্কাশিত হয় তাকে রেচন **(excretion)** বলে। মানুষের প্রধান রেচন বর্জ্যের নাম হলো মূত্র (urine)। যে তন্ত্র দ্বারা রেচনকার্য সম্পন্ন হয় তাকে রেচনতন্ত্র (excretory system) বলে। বৃক্ক মানুষের প্রধান রেচন অঙ্গ হলেও ত্বক, ফুসফুস, যকৃত ও পরিপাকনালি দ্বারা কিছু রেচন বর্জ্য দেহ থেকে বহিস্কৃত হয়। মানুষের রেচনতন্ত্র নিম্নলিখিত অংশগুলো নিয়ে গঠিত-

১। **একজোড়া বৃক্ক** (Kidneys): এতে মূত্র তৈরি হয়;

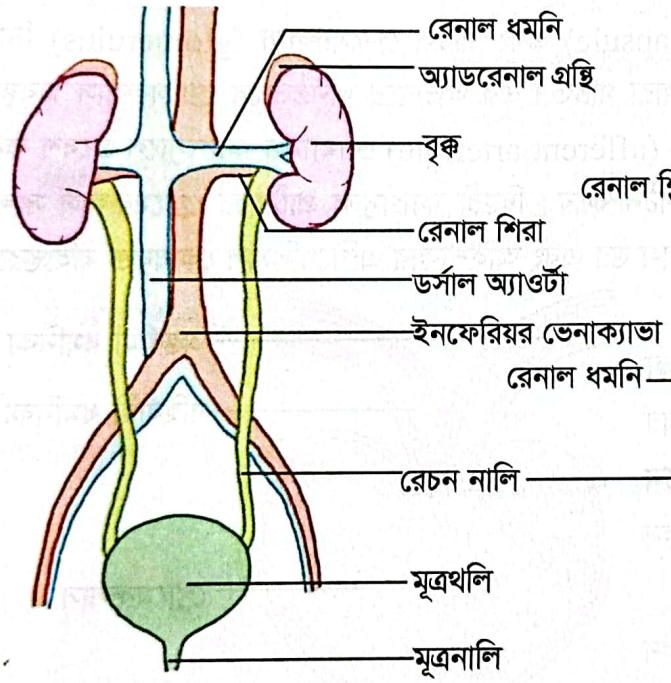
২। **একজোড়া রেচননালি** (Ureters): বৃক্ক থেকে মূত্রকে পরিবহন করে মূত্রথলিতে প্রেরণ করে;

৩। **একটি মূত্রথলি** (Urinary bladder): মূত্রকে সাময়িকভাবে জমা রাখে এবং

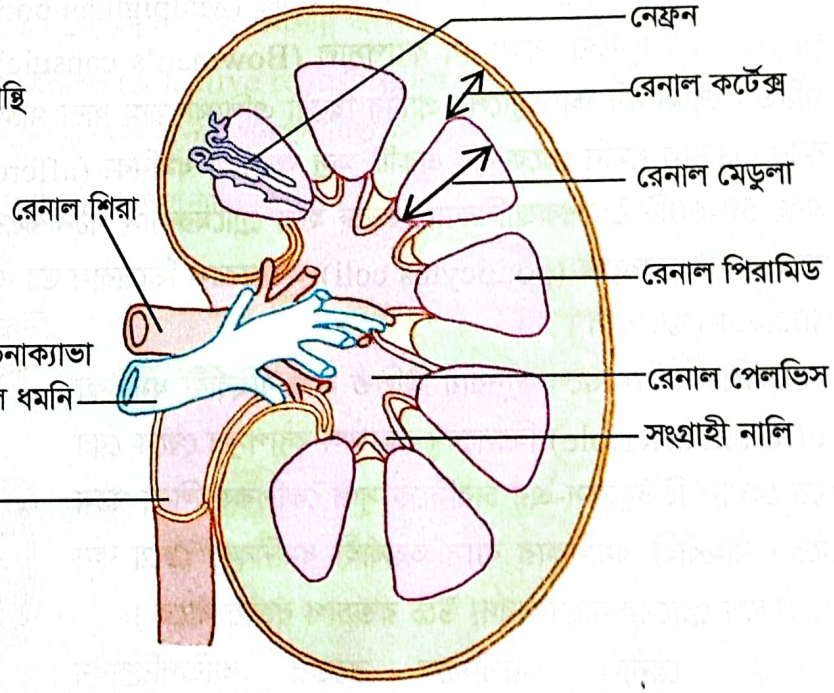
৪। **একটি মূত্রনালি** (Urethra): মূত্রথলি থেকে মূত্রকে দেহের বাইরে নিক্ষেপ করে।

১.১ বৃক্কের গঠন ও কাজ (Structure and Functions of Kidney)

মানুষের উদর গহ্বরের পশ্চাৎ প্রাচীর সংলগ্ন মেরুদণ্ডের প্রতিপার্শ্বে একটি করে মোট দুটি বৃক্ক বিদ্যমান। উদর গহ্বরে যকৃতের অবস্থানের কারণে যে অপ্রতিসাম্যতার সৃষ্টি হয় তাতে বাম বৃক্কটি ডান বৃক্ক থেকে কিছুটা উপরে অবস্থান করে। বৃক্কের উর্ধ্ব অংশ 11তম ও 12তম পর্শুকা দ্বারা সুরক্ষিত থাকে। প্রতিটি বৃক্ক খয়েরী-লাল বর্ণের এবং শিমবীজ আকৃতির। একজন পূর্ণবয়স্ক পুরুষের প্রতিটি বৃক্কের ওজন 125- 170 গ্রাম এবং মহিলার প্রতিটি বৃক্কের ওজন 115-155 গ্রাম। সাধারণত বাম বৃক্ক ডান বৃক্ক হতে কিছুটা বড়। একজন পূর্ণবয়স্ক মানুষের প্রতিটি বৃক্কের দৈর্ঘ্য 11-12 সেন্টিমিটার, প্রস্থ 5-6 সেন্টিমিটার, পুরুত্ব প্রায় 3 সেন্টিমিটার। বৃক্কের বাইরের দিক উত্তল এবং ভেতরের দিক অবতল। এর অবতল অংশে একটি খাঁজ থাকে, একে হাইলাস (hilus) বলে। এ হাইলাসের মধ্য দিয়ে রেনাল ধমনি ও স্নায়ুরজ্জু বৃক্কে প্রবেশ করে এবং রেচননালি ও রেনাল শিরা বৃক্ক থেকে বের হয়ে যায়। বৃক্কে প্রবেশকারী রেনাল শিরা দেহের সবচেয়ে বড় শিরা। বৃক্কের অগ্রপ্রান্তে অ্যাডরেনাল গ্রন্থি টুপির মতো আচ্ছাদন করে অবস্থান করে। সমগ্র বৃক্ক যোজক কলা গঠিত রেনাল ক্যাপস্যুল বা টিউনিকা ফাইব্রোসা (renal capsule/tunica fibrosa) আবরণ দ্বারা আবৃত থাকে। রেনাল ক্যাপস্যুলের বাইরে একটি চর্বিযুক্ত আবরণ থাকে যা বৃক্ককে যে কোনো ঘর্ষণ হতে রক্ষা করে।



চিত্র ৬. ১ মানুষের রেচনতন্ত্র



চিত্র ৬. ২ মানব বৃক্কের লম্বচ্ছেদ

বৃক্কের লম্বচ্ছেদে খালি চোখে সুস্পষ্ট দুটি অংশ দেখা যায়। বাইরের দিকের রেনাল ক্যাপস্যুল সংলগ্ন অংশকে রেনাল কর্টেক্স (renal cortex) এবং ভেতরের দিকের কেন্দ্রীয় অংশকে রেনাল মেডুলা (renal medulla) বলে। বৃক্কের কর্টেক্স অংশ ঈষৎ বাদামী বর্ণের। এখানে বৃক্কের কার্যকরি একক নেফ্রনের রেনাল করপাসল, প্রক্সিমাল প্যাঁচানো নালিকা এবং ডিস্টাল প্যাঁচানো নালিকা ঘনিষ্টভাবে অবস্থান করে। বৃক্কের মেডুলা অংশ গাঢ় বাদামী বা ঈষৎ কালচে বর্ণের হয়। মেডুলা অংশ মূলত নেফ্রনের হেনলির লুপ, সংগ্রাহক নালিকা এবং রক্তজালিকা নিয়ে গঠিত। এখানে ত্রিভুজাকৃতির কয়েকটি (8-18টি) গঠন দেখা যায়। এদের রেনাল পিরামিড (renal pyramids) বলে। রেনাল পিরামিডের ফাঁকে ফাঁকে কর্টেক্সের যে অংশ বিস্তৃত থাকে তাকে রেনাল কলাম (renal column) বলে। রেনাল পিরামিডের শীর্ষকে রেনাল প্যাপিলা (renal papilla) বলে। এটি ক্রমশ সরু হয়ে নালিকাকার ধারণ করে। এ নালিকাকে ক্যালিক্স মাইনর (calyx minor) বলে। কয়েকটি ক্যালিক্স মাইনর যুক্ত হয়ে ক্যালিক্স মেজর (calyx major) গঠন করে। এগুলো রেচননালির

উর্ধ্ব প্রান্তের স্ফীত অংশ রেনাল পেলভিসের (renal pelvis) সাথে সংযুক্ত থাকে। একজোড়া রেনাল ধমনির মাধ্যমে বৃক্ক রক্ত গ্রহণ করে এবং একজোড়া রেনাল শিরার মাধ্যমে বৃক্ক হতে রক্ত বের হয়ে যায়।

বৃক্কের সূক্ষ্ম গঠন (Ultrastructure of Kidney)

বৃক্কের গঠনগত ও কার্যগত এককে নেফ্রন (Nephron) বলে। মানুষের প্রতিটি বৃক্কে প্রায় 10-12 লক্ষ নেফ্রন থাকে। প্রকৃতপক্ষে বৃক্কের কার্যাবলি মানেই হলো সকল নেফ্রনের কাজের সমষ্টি। মানুষের দুটি বৃক্কের 50% নেফ্রন সর্বদা ক্রিয়াশীল থাকে এবং 50% নেফ্রন বিশ্রামে থাকে। তাই কোনো মানুষের দেহ হতে একটি বৃক্ক অপসারণ করলেও সে দিব্যি সুস্থ থাকে।

মূত্র সৃষ্টির প্রক্রিয়া মূলত নেফ্রনেই সংঘটিত হয়। প্রতিটি নেফ্রন দুটি অংশ নিয়ে গঠিত। যথা -

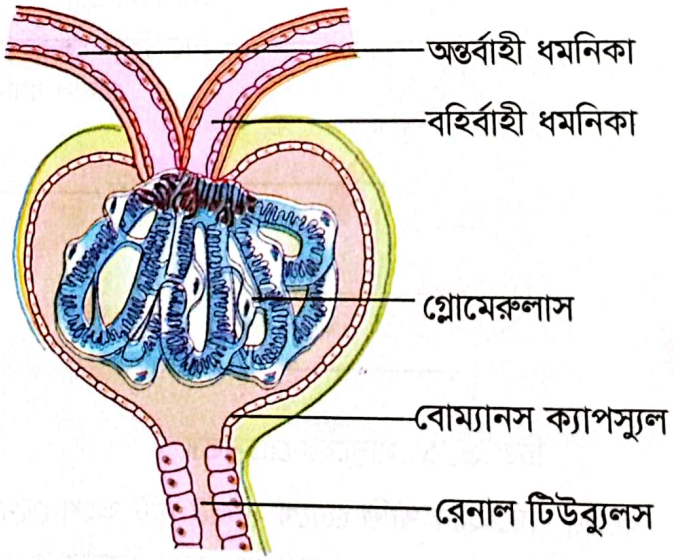
(ক) রেনাল করপাসল বা ম্যালপিজিয়ান বডি এবং

(খ) রেনাল টিউব্যুলস বা বৃক্কীয় নালিকা ।

(ক) রেনাল করপাসল (Renal corpuscle): বৃক্কের কর্টেক্স অঞ্চলে অবস্থিত 0.2 মিলিমিটার ব্যাসের গোলাকার অংশকে রেনাল করপাসল বা ম্যালপিজিয়ান বডি (Malpighian body) বলে। এটি নেফ্রনের সম্মুখের অংশ। এটি বাটি বা পেয়ালা আকৃতির বোম্যানস ক্যাপস্যুল (Bowman's capsule) এবং জটিল গ্লোমেরুলাস (glomerulus) নিয়ে গঠিত। বোম্যানস ক্যাপস্যুলের প্রাচীর দ্বিস্তরী এপিথেলিয়াম দ্বারা গঠিত। এর অভ্যন্তরে ঘনিষ্ঠভাবে গ্লোমেরুলাস অবস্থান করে। রেনাল ধমনি থেকে সৃষ্ট একটি ক্ষুদ্র অন্তর্বাহী ধমনিকা (afferent arteriole) বোম্যানস ক্যাপস্যুলে প্রবেশ করে এবং 50-60টি কৈশিকজালিকায় বিভক্ত হয়ে গ্লোমেরুলাস গঠন করে। দ্বিস্তরী ক্যাপস্যুল প্রাচীরের গ্লোমেরুলাস সংলগ্ন পডোসাইট কোষযুক্ত (podocytes cell) অন্তঃস্তরকে ভিসেরাল স্তর এবং আঁইশাকার এপিথেলিয়াল কোষযুক্ত বহিঃস্তরকে প্যারাইটাল স্তর বলে।

কৈশিকজালিকাগুলো পুনরায় মিলিত হয়ে বহির্বাহী ধমনিকা (efferent arteriole) হিসেবে বোম্যানস ক্যাপসুল থেকে বের হয়ে রেনাল টিউব্যুলস-এর চারদিকে সূক্ষ্ম কৈশিকজালিকা গঠন করে। বহির্বাহী ধমনিকার ব্যাস অন্তর্বাহী ধমনিকার চেয়ে কম হয়, ফলে গ্লোমেরুলাসে সর্বদা উচ্চ রক্তচাপ বজায় থাকে।

কাজ: রেনাল করপাসলে রক্তের অতিপরিস্রাবণ (ultrafiltration) ঘটে এবং রক্ত হতে রেচন বর্জ্য, পানি ও অন্যান্য দ্রব্য পরিস্রুত হয়ে গ্লোমেরুলারস ফিলট্রেট (glumerulars filtrate) হিসেবে বোম্যানস ক্যাপস্যুলে জমা হয়।



চিত্র ৬.৩ একটি রেনাল করপাসল

(খ) রেনাল টিউব্যুলস (Renal tubules): এটি নেফ্রনের পশ্চাৎ অংশ। এটি বোম্যানস ক্যাপস্যুলের পেছন হতে সৃষ্টি হয়ে সংগ্রাহী নালি পর্যন্ত বিস্তৃত থাকে। প্রতিটি রেনাল টিউব্যুলস প্রায় 3 সেন্টিমিটার লম্বা এবং গড় ব্যাস প্রায় 60 মাইক্রোমিটার। রেনাল টিউব্যুলস তিনটি অংশে বিভক্ত, যথা-

১। নিকটবর্তী প্যাঁচানো নালিকা (Proximal convoluted tubule),

২। নেফ্রন ফাঁস বা হেনলির লুপ (Nephron loop or Loop of Henle) এবং

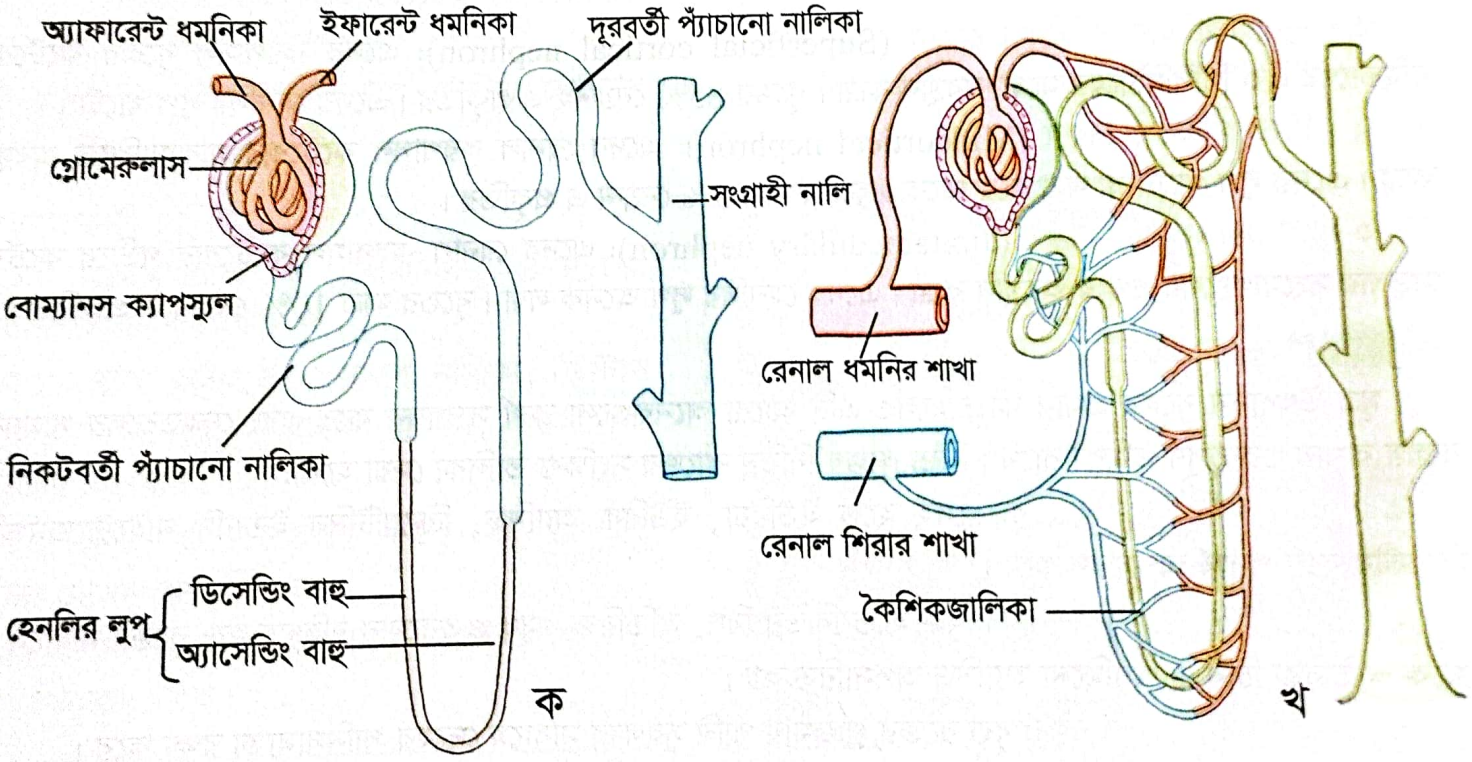
৩। দূরবর্তী প্যাঁচানো নালিকা (Distal convoluted tubule)

১। নিকটবর্তী প্যাঁচানো নালিকা: বোম্যানস ক্যাপস্যুলের সাথে যুক্ত প্রায় 14 মিলিমিটার দীর্ঘ প্যাঁচানো নালিকাকে নিকটবর্তী প্যাঁচানো নালিকা বলে। রেনাল টিউব্যুলসের এ অংশ বৃক্কের কর্টেক্সে অবস্থিত। এর প্রাচীর একস্তরী এপিথেলিয়াম কোষ দ্বারা গঠিত। কোষগুলোর একপ্রান্তে অসংখ্য মাইক্রোভিলাই থাকে।

২। নেফ্রন ফাঁস বা হেনলির লুপ: নিকটবর্তী প্যাঁচানো নালিকার শেষ প্রান্ত সোজা হয়ে বৃক্কের মেডুলা অঞ্চলে প্রবেশ করে এবং প্রায় 11 মিলিমিটার দীর্ঘ একটি U আকৃতির ফাঁস বা লুপ গঠন করে পুনরায় কর্টেক্স অঞ্চলে ফিরে আসে। আবিষ্কারক জার্মান চিকিৎসক ফ্রেডরিক গেস্টাব জ্যাকব হেনলি (Friedrich Gustav Jakob Henle)-এর নামানুসারে একে হেনলির লুপ (Loop of Henle) বলা হয়। এর নিম্নমুখী নালিকে ডিসেন্ডিং বাহু (descending limb) এবং উর্ধ্বমুখী নালিকে অ্যাসেন্ডিং বাহু (ascending limb) বলে।

৩। দূরবর্তী প্যাঁচানো নালিকা: এটি রেনাল টিউব্যুলস-এর শেষ অংশ। হেনলির লুপ-এর পরবর্তী এ প্যাঁচানো নালিকা প্রায় 5 মিলিমিটার দীর্ঘ এবং এটি বৃক্কের কর্টেক্সে অবস্থান করে। এর শেষপ্রান্ত সংগ্রাহী নালিকার সাথে যুক্ত থাকে। এর প্রাচীর একস্তরী এপিথেলিয়াম কোষ দ্বারা গঠিত।

কাজ: রেনাল টিউব্যুলস-এর নিকটবর্তী ও দূরবর্তী নালিকা সূক্ষ্ম কৈশিকজালিকা বা পেরিটিউব্যুলস ক্যাপিলারি (peritubules capillaries) দ্বারা পরিবেষ্টিত থাকে। এগুলো নেফ্রনের বিভিন্ন অংশ হতে বিভিন্ন বস্তু পুনঃশোষণ করে। নেফ্রনের নিকটবর্তী প্যাঁচানো নালিকায় নির্বাচিত পুনঃশোষণ (selective reabsorption) ঘটে। এর হেনলির লুপ হতে পানি এবং দূরবর্তী প্যাঁচানো নালিকা হতে সামান্য পানি ও অন্যান্য বস্তু পুনঃশোষিত হয়।



চিত্র ৬.৪ একটি নেফ্রনের বিভিন্ন অংশ (ক) কৈশিক জালিকাবিহীন (খ) কৈশিক জালিকাযুক্ত

নেফ্রনের দূরবর্তী প্যাঁচানো নালিকা যে সোজা নালির সাথে যুক্ত থাকে তাকে সংগ্রাহী নালি বলে। একটি সংগ্রাহী নালিতে কয়েকটি নেফ্রন যুক্ত থাকে। এর কিছু অংশ কর্টেক্সে এবং কিছু অংশ মেডুলাতে অবস্থান করে। এর প্রাচীর একস্তরী এপিথেলিয়াল কোষ দ্বারা গঠিত। কয়েকটি সংগ্রাহী নালি মিলিত হয়ে ডাক্ট অব বেলিনি (Duct of Belini) নামের সাধারণ নালি গঠন করে যা রেচন নালির মাধ্যমে বৃক্ক থেকে বের হয়ে যায়।

নেফ্রনের বিভিন্ন অংশের কাজ

নেফ্রনের অংশ	কাজ
১। রেনাল করপাসল	রক্তের আল্ট্রাফিলট্রেশন ঘটে। রক্ত হতে প্রতি মিনিটে 125 মিলিলিটার রেচন বর্জ্য, পানি ও অন্যান্য দ্রব্য পরিস্রুত হয়ে গ্লোমেরুলারস ফিলট্রেট হিসেবে বোম্যানস ক্যাপস্যুলে জমা হয়।
২। নিকটবর্তী প্যাঁচানো নালিকা	ফিলট্রেশন : Na^+, Cl^-, পানি পুনঃশোষণ: HCO_3^-, K^+, গ্লুকোজ, HPO_4^{2-}, অ্যামাইনো অ্যাসিড, ইউরিক অ্যাসিড, ইউরিয়া ক্ষরণ : অর্গানিক অ্যাসিড, ক্ষার, H^+, NH_4^+
৩। হেনলির লুপ	পুনঃশোষণ : H_2O, Na^+, Cl^-, K^+, Ca^{++}
৪। দূরবর্তী প্যাঁচানো নালিকা	ক্ষরণ : Na^+, Cl^-, (HCO_3^-), (K^+), H_2O, H^+, NH_4^+, K^+.
৫। সংগ্রাহী নালি	পুনঃশোষণ : Na^+, Cl^-, H_2O, (K^+), ইউরিয়া ক্ষরণ : H^+, NH_4^+, (K^+)

নেফ্রনের প্রকার

বৃক্কের কর্টেক্সে নেফ্রনের ম্যালপিজিয়ান বডি বা রেনাল করপাসলের অবস্থানের ভিত্তিতে মানুষের নেফ্রন তিন প্রকার, যথা-

১। সুপারফিসিয়াল কর্টিকেল নেফ্রন (Superficial cortical nephron): এদের করপাসল বৃক্কের কর্টেক্সের বহির্ভাগের এক মিলিমিটারের মধ্যে অবস্থান করে। বৃক্কের 85% নেফ্রনই এ প্রকৃতির। এদের হেনলির লুপ খাটো।

২। মিড কর্টিকেল নেফ্রন (Midcortical nephron): এদের রেনাল করপাসল কর্টেক্সের মাঝামাঝিতে অবস্থান করে। এদের লুপ খাটো বা লম্বা হয়ে থাকে। বৃক্কের মাত্র 5% নেফ্রন এ প্রকৃতির।

৩। জাক্সটামেডুলারি নেফ্রন (Juxtamedulary nephron): এদের রেনাল করপাসল কর্টেক্সের গভীরে কর্টেক্স-মেডুলার সংযোগস্থলের ওপরে অবস্থান করে। এদের হেনলির লুপ অনেক লম্বা। বৃক্কের মাত্র 10% নেফ্রন এ প্রকৃতির।

বৃক্কের কাজ

মূত্র উৎপাদন বৃক্কের প্রধান কাজ হলেও এটি আরো অনেকগুলো কার্য সম্পাদন করে এবং দেহতরলের সাম্যাবস্থা বজায় রাখায় গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে। নিম্নে বৃক্কের বিভিন্ন কাজের সংক্ষিপ্ত তালিকা দেয়া হলো:

১। রেচন বর্জ্য অপসারণ: বৃক্ক দেহ হতে ইউরিয়া, ইউরিক অ্যাসিড, ক্রিয়েটিনিন ইত্যাদি নাইট্রোজেনঘটিত বিপাকীয় বর্জ্য পদার্থ অপসারণ করে।

২। বিষ ও অন্যান্য বস্তু অপসারণ: বৃক্ক হতে বিভিন্ন বিষ, অতিরিক্ত ওষুধ ও হরমোন বহিষ্কৃত হয়; বৃক্কের মাধ্যমে রক্ত থেকে অতিরিক্ত চিনি ও অ্যামিনো অ্যাসিড অপসারিত হয়।

৩। দেহের পানিসাম্যতা রক্ষা: বৃক্ক রক্তের প্লাজমার পানি সুরক্ষার মাধ্যমে দেহের পানিসাম্যতা রক্ষা করে।

৪। অভিস্রবণ নিয়ন্ত্রণ: বৃক্ক রক্ত ও কোষ-কলার অভিস্রবণিক চাপ নিয়ন্ত্রণ করে।

৫। আয়ন মাত্রা নিয়ন্ত্রণ: বৃক্ক দেহে সোডিয়াম, পটাসিয়াম, ক্লোরাইড, ইত্যাদির আয়নমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করে।

৬। pH নিয়ন্ত্রণ: বৃক্ক দেহে বিভিন্ন তরলের pH নিয়ন্ত্রণের মাধ্যমে দেহে অম্ল-ক্ষারের ভারসাম্যতা রক্ষা করে।

৭। হরমোন ক্ষরণ: বৃক্ক থেকে এরিথ্রোপোয়েটিন (erthryopoietin) ও অ্যানজিওটেনসিন (angiotensin) হরমোন ক্ষরিত হয়। এরিথ্রোপয়টিন রক্ত উৎপাদনকে উদ্দীপিত করে এবং অ্যানজিওটেনসিন দেহে লবণ ও পানির পরিমাণ এবং রক্তচাপ নিয়ন্ত্রণ করে।

৮। এনজাইম নিঃসরণ: বৃক্ক থেকে রেনিন (renin) নামক এনজাইম নিঃসৃত হয়। রেনিন এনজাইম দেহে এলডোস্টেরন (aldosterone)-এর মাত্রা নিয়ন্ত্রণে সহায়তা করে। [রেনিন (*rennin*) পাকস্থলিতে বিদ্যমান এনজাইম যা দুগ্ধ পরিপাকের সাথে জড়িত]।

৯। গ্লাইকোনিওজেনেসিস (Gluconeogenesis): দীর্ঘ সময় অনাহারে থাকলে বৃক্ক গ্লাইকোনিওজেনেসিস প্রক্রিয়ায় প্রোটিন ও লিপিড থেকে শর্করা উৎপাদন করে। এসময় বৃক্ক প্রায় 20% গ্লুকোজ সরবরাহ করতে পারে।

১০। পুনশোষণ: বৃক্ক দেহে পানি, গ্লুকোজ ও অ্যামিনো অ্যাসিড পুনঃশোষণের সাথে জড়িত।

৬.২ ব্যবহারিক: বৃক্কের অনুচ্ছেদের স্থায়ী স্লাইড পর্যবেক্ষণ ও শনাক্তকরণ

পর্যবেক্ষণ

১। বৃক্কের সার্বিক প্রস্থচ্ছেদে বাইরের দিকের রেনাল কর্টেক্স এবং ভেতরের দিকের রেনাল মেডুলা দেখা যায়।

২। কর্টেক্স ও মেডুলাতে কয়েক লক্ষ বৃক্কের কার্যকরি একক নেফ্রন ঘনিষ্টভাবে অবস্থান করে।

৩। কর্টেক্স অংশে নেফ্রনের রেনাল করপাসল, প্রক্সিমাল প্যাঁচানো নালিকা এবং ডিস্টাল প্যাঁচানো নালিকা অবস্থান করে।

৪। মেডুলা অংশে নেফ্রনের হেনলির লুপ, সংগ্রাহক নালিকা এবং রক্তজালিকা অবস্থান করে।

৫। মেডুলা অংশে 8-18টি ত্রিভুজাকৃতির গঠন রেনাল পিরামিড (renal pyramids) দেখা যায়।

৬। রেনাল করপাসল বৃক্কের অনুচ্ছেদের সবচেয়ে স্পষ্ট আণুবীক্ষণিক অংশ। এগুলো বাটি আকৃতির বোম্যানস ক্যাপস্যুল এবং জটিল গ্লোমেরুলাস নিয়ে গঠিত।

৭। অ্যাফারেন্ট ধমনিকা ও ইফারেন্ট ধমনিকা নিয়ে বল আকৃতির গ্লোমেরুলাস গঠিত যা বোম্যানস ক্যাপস্যুল-এর অধিকাংশ স্থান দখল করে রাখে।

৮। রেনাল করপাসল-এর সাথে জাক্সটাগ্লোমেরুলাস অঙ্গ (juxtaglomerular apparatus) বিদ্যমান থাকে।

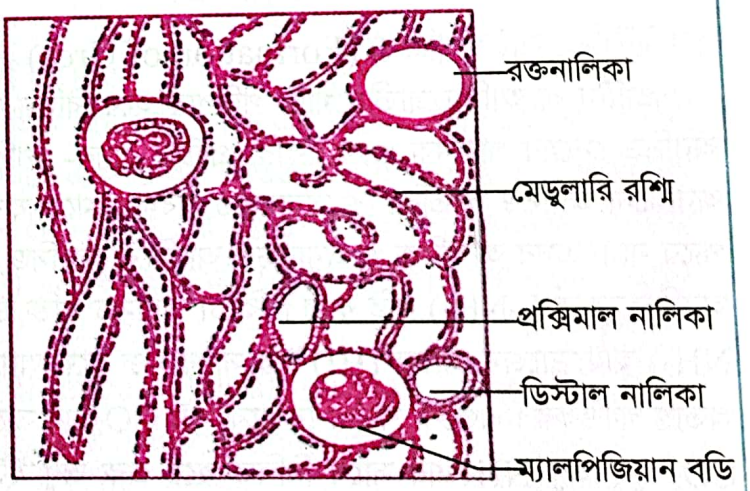
শনাক্তকারী বৈশিষ্ট্য

১। গ্লোমেরুলাস ও বোম্যানস ক্যাপসুলসহ ম্যালপিজিয়ান বডি বিদ্যমান।

২। ব্রাশ বর্ডারযুক্ত প্রক্সিমাল নালিকা, ডিস্টাল প্যাঁচানো নালিকা, সংগ্রাহক নালিকা, রক্তনালিকা ইত্যাদি বিদ্যমান।

৩। বিভিন্ন নালিকার ফাঁকে ফাঁকে মেডুলারি রশ্মি নামক যোজক কলা বিদ্যমান।

৪। রেনাল করপাসল-এর সাথে জাক্সটাগ্লোমেরুলাস অঙ্গ বিদ্যমান থাকে।



চিত্র ৬.১১ বৃক্কের অনুপ্রস্থচ্ছেদ

মানব রেচনতন্ত্রের অন্যান্য অংশ

❑ রেচননালি (Ureters): প্রতিটি বৃক্ক থেকে 25-30 সেন্টিমিটার দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট একটি নলাকার নালি বের হয়ে পেছন দিকে মূত্রথলিতে প্রবেশ করে। একে রেচননালি বা ইউরেটার বা গবিনী বলে। এর উর্ধ্বপ্রান্ত স্ফীত হয়ে রেনাল পেলভিস গঠন করে।

কাজ: রেচননালির মাধ্যমে বৃক্ক হতে মূত্র সংগৃহীত ও পরিবাহিত হয়ে মূত্রথলিতে জমা হয়।

❑ মূত্রথলি (Urinary bladder): দেহের শ্রোণিগহ্বরে অবস্থিত অনৈচ্ছিক পেশি নির্মিত পাতলা প্রাচীর বিশিষ্ট ত্রিকোণাকৃতির থলিকে মূত্রথলি বলে। এটি সঙ্কোচন-প্রসারণক্ষম। মানুষের মূত্রথলির আয়তন মানুষের মস্তিষ্কের আয়তনের সমান। এর মূত্রধারণ ক্ষমতা 700-750 মিলিলিটার। তবে 280-320 মিলিলিটার মূত্র মূত্রথলিতে জমা হলেই যে চাপ সৃষ্টি হয় তাতে মূত্রত্যাগের ইচ্ছা জাগে।

কাজ: মূত্রকে সাময়িকভাবে ধারণ করে এবং নির্দিষ্ট সময় অন্তর অন্তর মূত্র নিষ্কাশন করে।

❑ মূত্রনালি (Urethra): মূত্রথলি থেকে একটি নালির মাধ্যমে মূত্র দেহের বাইরে নিষ্কাশিত হয়। এ নালিকে মূত্রনালি বা ইউরেথ্রা বলে। পুরুষে এটি 18-20 সেন্টিমিটার লম্বা এবং লিঙ্গের মধ্য দিয়ে অগ্রসর হয়ে লিঙ্গের প্রান্তের ছিদ্রপথে বাইরে মুক্ত হয়। স্ত্রীদের ক্ষেত্রে এটি 3.5–4 সেন্টিমিটার লম্বা এবং যোনি সংলগ্ন ছিদ্রপথে বাইরে মুক্ত হয়।

কাজ: মূত্রথলি থেকে মূত্র মূত্রনালির মাধ্যমে বাইরে নিষ্কাশিত হয়। পুরুষের ক্ষেত্রে এর মাধ্যমে বীর্য স্খলিত হয়।

৬.৩ রেচনের শারীরবৃত্ত (Physiology of Excretion)

যে শারীরবৃত্তীয় প্রক্রিয়ায় দেহ হতে নাইট্রোজেনঘটিত বিপাকীয় বর্জ্য পদার্থ নিষ্কাশিত হয় তাকে রেচন বলে। দেহে আমিষ জাতীয় খাদ্য বিপাকের ফলে নাইট্রোজেনঘটিত বর্জ্য সৃষ্টি হয়। এসব বর্জ্য দেহের জন্য খুবই ক্ষতিকর এবং অবশ্যই দেহ হতে নিষ্ক্রান্ত হতে হয়। মানুষের প্রধান নাইট্রোজেনঘটিত রেচন বর্জ্য হলো- ইউরিয়া, ইউরিক অ্যাসিড, অ্যামোনিয়া, ক্রিয়েটিনিন ইত্যাদি। এদের মধ্যে ইউরিয়ার পরিমাণ সর্বাধিক এবং এটি মূত্রের সাথে দেহ হতে বের হয়ে যায়। যকৃতে ইউরিয়া সৃষ্টি হয় এবং রক্ত দ্বারা পরিবাহিত হয়ে বৃক্কে পৌঁছায়। বৃক্কে মূত্র তৈরি হয়। রেচনে এরূপ ইউরিয়ার আধিক্য থাকাকে ইউরিটেলিজম (Ureotelism) বলে। যে সব প্রাণীতে ইউরিটেলিজম দেখা যায় তাদের ইউরিটেলিক প্রাণী (ureotelic animals) প্রাণী বলে।

মানুষ ইউরিটেলিক হওয়ার কারণে রেচনের শারীরবৃত্তকে দুটি শিরোনামে আলোচনা করা যায়, যথা- (১) ইউরিয়া সৃষ্টির প্রক্রিয়া এবং (২) মূত্র তৈরির প্রক্রিয়া।

১। ইউরিয়া সৃষ্টির প্রক্রিয়া (Formation of Urea)

প্রোটিন বা আমিষ জাতীয় খাদ্য পরিপাক হয়ে বিভিন্ন ধরনের অ্যামিনো অ্যাসিডে পরিণত হয়। অধিকাংশ অ্যামিনো অ্যাসিড দেহের গাঠনিক ও কার্যকরি প্রোটিন যেমন- পেশি, হরমোন, এনজাইম ইত্যাদি তৈরিতে ব্যবহৃত হয়। কিছু অ্যামিনো অ্যাসিড অতিরিক্ত ও অব্যবহৃত অবস্থায় থেকে যায়। কিন্তু দেহ এসব অতিরিক্ত অ্যামিনো অ্যাসিড সঞ্চয় করতে পারে না। এসব অতিরিক্ত ও অব্যবহৃত অ্যামিনো অ্যাসিড যকৃতে এসে ডিঅ্যামিনেশন প্রক্রিয়ায় ভেঙ্গে কিটো অ্যাসিড ও অ্যামিন মূলক ($-NH_2$) সৃষ্টি করে। কিটো অ্যাসিড শক্তি উৎপাদনের জন্য ক্রেবস চক্রে প্রবেশ করে। অ্যামিন মূলক ($-NH_2$) হাইড্রোজেন আয়ন (H^+) এর সাথে যুক্ত হয়ে অ্যামোনিয়া (NH_3) সৃষ্টি করে। এসব অ্যামোনিয়া দেহের জন্য অত্যন্ত ক্ষতিকর। এগুলো শর্করা বিপাকে সৃষ্ট CO_2 এর সাথে সংযুক্ত হয়ে ইউরিয়া [$CO(NH_2)_2$] সৃষ্টি করে। এক অণু CO_2 দুই অণু NH_3 এর সাথে মিলিত হয়ে এক অণু ইউরিয়া গঠন করে। যকৃতে ইউরিয়া সৃষ্টি হয়। হ্যানস ক্রেব (Hans Krebs) এবং কার্ট হেনসেলিয়েট (Kurt Henseleit) 1932 সালে ইউরিয়া সৃষ্টির প্রক্রিয়া বর্ণনা করেন। তাঁদের মতে ইউরিয়া চক্র (urea cycle) বা অরনিথিন চক্রের (Ornithine cycle) মাধ্যমে ইউরিয়া সৃষ্টি হয়। ইউরিয়া সৃষ্টির সরল বিক্রিয়াসমূহ হলো:

(i) অ্যামিনো অ্যাসিড $\xrightarrow{\text{(ডিঅ্যামিনেশন)}}$ কিটো অ্যাসিড + $-NH_2$

(ii) $-NH_2 + H^+ \longrightarrow NH_3$ (অ্যামোনিয়া)

(iii) $2NH_3 + CO_2 \xrightarrow{\text{(অরনিথিন চক্র)}} CO(NH_2)_2$ (ইউরিয়া) + H_2O

অরনিথিন চক্র (Ornithine cycle)

যকৃত কোষে বিদ্যমান অতিরিক্ত অ্যামোনিয়াকে ইউরিয়াতে পরিণত করার প্রক্রিয়াকে **অরনিথিন চক্র** বা **ইউরিয়া চক্র** বলে। অরনিথিন চক্র পাঁচটি ধারাবাহিক বিক্রিয়া ঘটে যাদের প্রথম দুটি মাইটোকন্ড্রিয়ার ম্যাট্রিক্সে এবং অন্যগুলো কোষের সাইটোপ্লাজমে সংঘটিত হয়। এ চক্রের প্রতি আবর্তে এক অণু ইউরিয়া সৃষ্টির পাশাপাশি এক অণু অরনিথিন উৎপন্ন হয় যা পুনরায় চক্রের সূচনা ঘটায়। এজন্য এ চক্রকে **অরনিথিন চক্র** বলে। অরনিথিন চক্র নিম্নলিখিত পাঁচটি ধাপে সম্পন্ন হয়:-

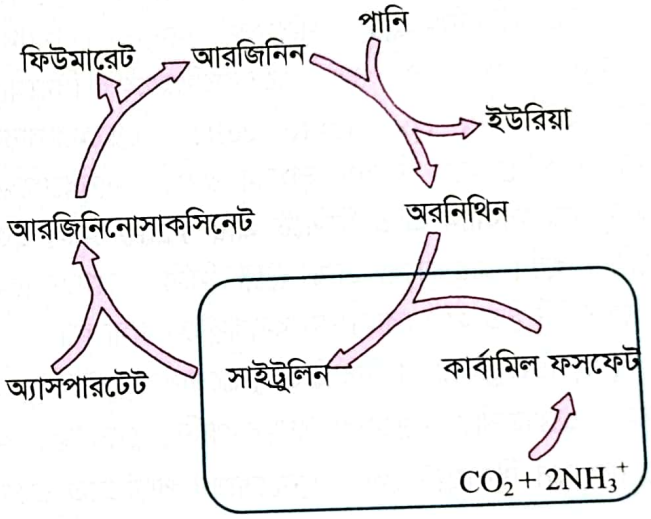
১। এক অণু CO_2 ও দুই অণু NH_3 *কার্বামিল সিনথেটেজ* এনজাইমের উপস্থিতিতে ATP হতে এক অণু ফসফেট গ্রহণ করে **কার্বামিল ফসফেট** গঠন করে।

২। কার্বামিল ফসফেট, *অরনিথিন ট্রান্সকার্বামাইলেজ* এনজাইমের উপস্থিতিতে অরনিথিন এর সাথে বিক্রিয়া করে **সাইট্রুলিন** গঠন করে।

৩। সাইট্রুলিন, *আরজিনিনোসাকসিনেট সিনথেটেজ* এনজাইমের উপস্থিতিতে অ্যাসপারটেট এর সাথে বিক্রিয়া করে **আরজিনিনোসাকসিনেট** গঠন করে।

৪। আরজিনিনোসাকসিনেট, *আরজিনিনোসাকসিনেজ* এনজাইম দ্বারা বিভেদিত হয়ে **ফিউমারেট** ও **আরজিনিন** এ পরিণত হয়।

৫। আরজিনিন, *আরজিনেজ* এনজাইমের ক্রিয়ায় পানি সহযোগে আর্দ্রবিশ্লেষিত হয়ে ইউরিয়া ও অরনিথিন উৎপন্ন করে।



চিত্র: অরনিথিন চক্র

২। মূত্র তৈরির প্রক্রিয়া (Mechanism of Formation of Urine)

ইউরিয়া ও ইউরিক অ্যাসিড রক্তের প্লাজমার পানির সাথে পরিবাহিত হয়ে বৃক্কে আসে এবং ছাঁকন পদ্ধতিতে রক্ত থেকে অপসারিত হয়। দেহের সকল রক্ত ছাঁকনের জন্য প্রতি 4-5 মিনিটে একবার বৃক্ক অতিক্রম করে। সে অনুযায়ী প্রতিদিন দুটি বৃক্ক প্রায় 170 লিটার রক্ত পরিশোধন করে যা দেহের রক্তের মোট আয়তনের 40 গুণ। স্কটিশ শারীরবিজ্ঞানী আর্থার রবার্টসন কাসনি (Arthur Robertson Cushny) 1917 সালে মানুষের বৃক্কে মূত্র তৈরির কৌশল বর্ণনা করেন। বৃক্কে তিনটি ধাপে মূত্র তৈরি হয়। এ ধাপগুলো হলো:

(ক) গ্লোমেরুলার ছাঁকন বা অতিপরিস্রাবণ (Glomerular filtration or Ultrafiltration),

(খ) টিউব্যুলার বা নির্বাচিত পুনঃশোষণ (Tubular or Selective reabsorption) এবং

(গ) টিউব্যুলার ক্ষরণ (Tubular secretion)।

(ক) গ্লোমেরুলার ছাঁকন বা অতিপরিস্রাবণ: নেফ্রনের রেনাল করপাসল বা ম্যালপিজিয়ান বডিতে যে পদ্ধতিতে রক্ত থেকে পানি, রেচন বর্জ্য ও অন্যান্য পদার্থ পরিস্রুত হয় তাকে **অতিপরিস্রাবণ** বা **আলট্রাফিলট্রেশন** বলে। এটি মূত্র তৈরির প্রথম ধাপ। বর্হিবাহী ধমনির ব্যাস অর্ন্তবাহী ধমনির চেয়ে কম হওয়ায় গ্লোমেরুলাসে উচ্চমাত্রার **হাইড্রোস্ট্যাটিক** চাপ (hydrostatic pressure) থাকে। এ চাপের ফলে তরল পদার্থ গ্লোমেরুলাস থেকে বের হয়ে বোম্যানস ক্যাপস্যুলে প্রবেশ করে। চাপের মাধ্যমে এ ধরনের পরিস্রাবণকে অতিপরিস্রাবণ বা **আল্ট্রাফিলট্রেশন** বলে। গ্লোমেরুলাসের কৈশিক জালিকায় হাইড্রোস্ট্যাটিক চাপ 70 মিমি/পারদ। এচাপের বিরুদ্ধে অন্যান্য চাপ হলো 35 মিমি/পারদ। ফলে প্রকৃত ছাঁকন চাপ (পার্থক্য) 35 মিমি/পারদ থাকায় গ্লোমেরুলাস হতে প্রোটিন ও রক্তকণিকা ছাড়া প্রায় সমস্ত পানি, লবণ,

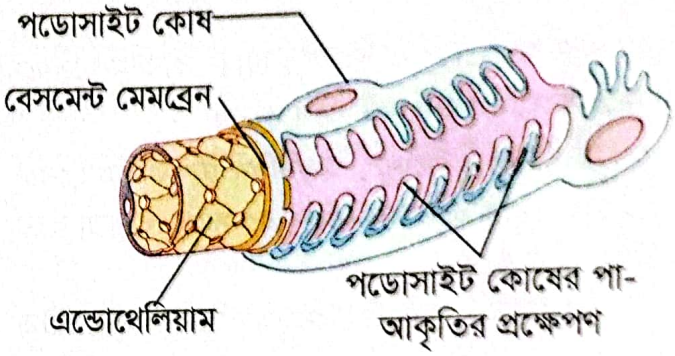
শর্করা, ইউরিয়া, ইউরিক অ্যাসিড, ক্রিয়েটিনিন, ধাতব আয়ন, হরমোন প্রভৃতি উপাদান পরিস্রুত হয়ে বোম্যানস ক্যাপস্যুলে জমা হয়। পরিস্রুত এ তরলকে **গ্লোমেরুলারস ফিলট্রেট** (glumerulars filtrate) বলে। পরিস্রাবণের জন্য গ্লোমেরুলাসের কৈশিকজালিকার প্রাচীর এবং বোম্যানস ক্যাপস্যুলের প্রাচীর মিলে তিন স্তর বিশিষ্ট একটি ফিল্টার বা ছাঁকনি গঠন করে। ছাঁকনি গঠনকারী স্তরগুলো হলো-

(i) গ্লোমেরুলাস রক্তনালির এন্ডোথেলিয়াম,

(ii) গ্লোমেরুলাস রক্তনালির বেসমেন্ট মেমব্রেন এবং

(iii) বোম্যানস ক্যাপস্যুলের এন্ডোথেলিয়াম।

এ ছাঁকনিতে বিদ্যমান বিভিন্ন ব্যাসের ছিদ্রপথে গ্লোমেরুলারস ফিলট্রেট পরিস্রুত হয়। বোম্যানস ক্যাপস্যুলের অন্তঃস্তর বা এন্ডোথেলিয়ামে বিদ্যমান **পডোসাইট কোষ** (podocyte cell) গ্লোমেরুলারস ফিলট্রেট পরিস্রাবণে বিশেষ ভূমিকা রাখে। **মানবদেহের দুটি বৃক্কের মাধ্যমে প্রতি মিনিটে প্রায় 1200 সিসি রক্ত প্রবাহিত হয়।** এর মধ্যে প্রায় 125 সিসি গ্লোমেরুলারস ফিলট্রেট পরিস্রুত হয়ে বোম্যানস ক্যাপস্যুলে জমা হয়



চিত্র ৬.৫ নেফ্রনের ছাঁকন যন্ত্র

(খ) **টিউব্যুলার বা নির্বাচিত পুনঃশোষণ:** গ্লোমেরুলারস ফিলট্রেটে প্রয়োজনীয় ও অপ্রয়োজনীয় উভয় ধরনের পদার্থ থাকে। প্রয়োজনীয় বস্তুগুলো যেমন-পানি, গ্লুকোজ, অ্যামিনো অ্যাসিড, ভিটামিন, খনিজ লবণ, আয়ন প্রভৃতি গ্লোমেরুলারস ফিলট্রেট থেকে পুনঃশোষণ পদ্ধতিতে রক্তনালিতে ফিরে আসে। নেফ্রনের রেনাল টিউব্যুলসের প্রাচীরের কোষগুলো পুনঃশোষণের জন্য বিশেষভাবে অভিযোজিত। যেমন-

(i) কোষগুলোর একপাশে মাইক্রোভিলাই ও বেসাল চ্যানেল থাকায় এদের শোষণ এলাকা বেশি।

(ii) সাইটোপ্লাজমে অধিকসংখ্যক মাইটোকন্ড্রিয়া থাকে ।

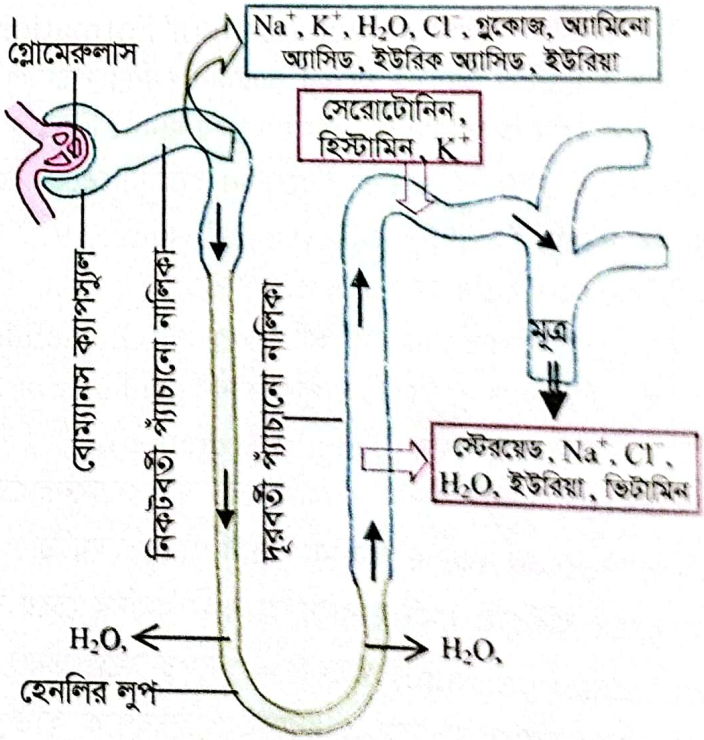
(iii) কৈশিকজালিকার সাথে ঘনসন্নিবিষ্ট থাকে।

গ্লোমেরুলারস ফিলট্রেট নেফ্রনের রেনাল করপাসল থেকে রেনাল টিউব্যুলসের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হওয়ার সময় এর (গ্লোমেরুলার ফিলট্রেট) 80% নির্বাচিত দ্রব্যাদি রেনাল টিউব্যুলসের প্রাচীরের কোষ কর্তৃক পুনঃশোষিত হয়, যেমন-

(i) রেনাল ক্যাপস্যুলের নিকটবর্তী প্যাঁচানো নালিকার কোষে অধিকাংশ পুনঃশোষণ সংঘটিত হয়। এখান থেকে পানি, গ্লুকোজ, অ্যামিনো অ্যাসিড, সোডিয়াম আয়ন, পটাসিয়াম আয়ন ইত্যাদি সক্রিয় পরিবহনের মাধ্যমে শোষিত হয়।

(ii) হেনলির লুপে অভিস্রবণ প্রক্রিয়ায় 70% পানি পুনঃশোষিত হয়।

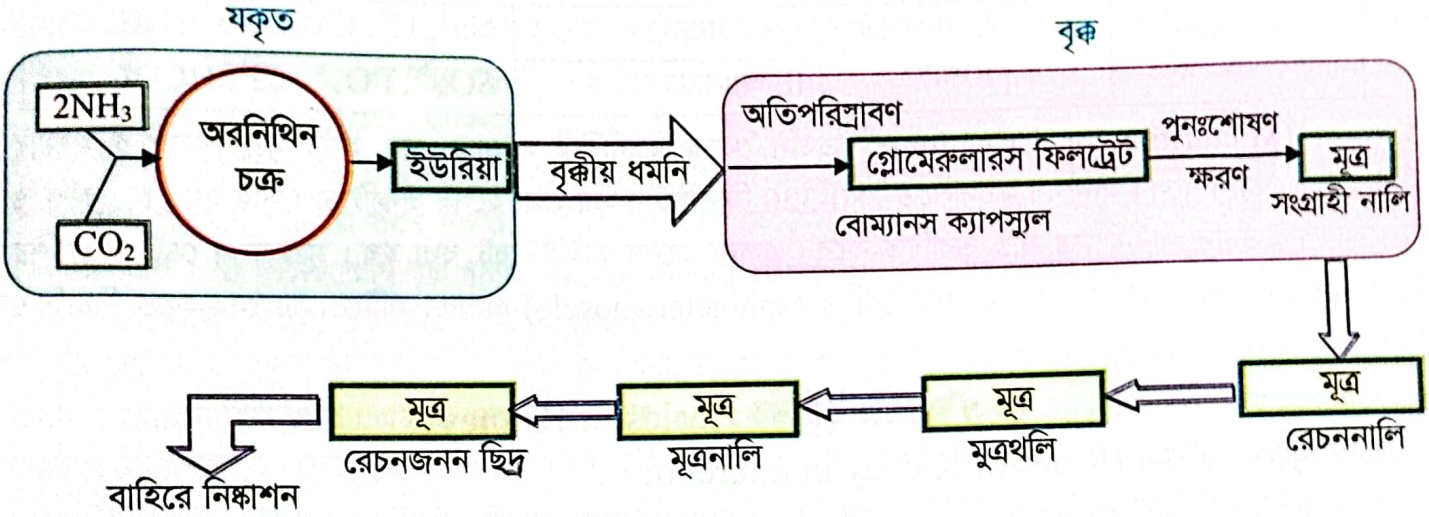
(iii) দুরবর্তী প্যাঁচানো নালিকা থেকে Na^+, Cl^- আয়ন, ভিটামিন ও কিছু পরিমাণ পানি পুনঃশোষিত হয়।



চিত্র ৬. ৬ নেফ্রনে মূত্র সৃষ্টির কৌশল

গ্লোমেরুলারস ফিলট্রেটের 40-50% ইউরিয়া রেনাল টিউব্যুলস থেকে ব্যাপন প্রক্রিয়ায় পুনঃশোষিত হয়ে রক্তে ফিরে আসে। বাকী ইউরিয়া মূত্রের সাথে দেহ হতে অপসারিত হয়।

(গ) টিউব্যুলার ক্ষরণ: নেফ্রনের বহির্বাহী ধমনিতে কিছু অপ্রয়োজনীয় বস্তু থেকে যায় যেগুলো অতিপরিস্রাবণের সময় গ্লোমেরুলারস ফিলট্রেটে আসে না। রেনাল টিউব্যুলসের দূরবর্তী প্যাঁচানো নালিকার প্রাচীরের এপিথেলিয়াল কোষ রক্ত থেকে এসব অপ্রয়োজনীয় বস্তু যেমন- সেরোটোনিন, ক্রিয়েটিনিন, পটাসিয়াম আয়ন, হিস্টামিন, স্টেরয়েড যৌগ ইত্যাদি যৌগ শোষণ করে সক্রিয় পদ্ধতিতে নালিকার লুমেনে ক্ষরণ করে যা মূত্রের সাথে বের হয়ে যায়।



চিত্র ৬. ৭ মানব রেচনের প্রবাহচিত্র এবং মূত্র নিষ্কাশনের গতিপথ

মূত্র (Urine)

নেফ্রনের রেনাল টিউব্যুলসে গ্লোমেরুলার ফিলট্রেট-এর নির্বাচিত পুনঃশোষণের পর যে খড় বর্ণের, তীব্র ঝাঁঝালো গন্ধযুক্ত ও অম্লধর্মী তরল রেচন বর্জ্য মূত্রথলিতে জমা হয় তাকে মূত্র (Urine) বলে। একজন সুস্থ মানুষ দৈনিক গড়ে 1.5 লিটার মূত্র ত্যাগ করে। দেহে দৈনিক স্বাভাবিকের চেয়ে অতিরিক্ত মূত্র (> 2.5 L) উৎপাদিত হলে তাকে পলিউরিয়া (polyuria), মূত্রের পরিমাণ < 400 mL হলে অলিগোরিয়া (oliguria) এবং < 100 mL হলে অ্যানুরিয়া (anuria) বলে। স্বাভাবিক মূত্রের 96% পানি এবং 4% দ্রবীভূত পদার্থ। দ্রবীভূত পদার্থ হলো: ইউরিয়া, ক্রিয়েটিনিন, ইউরিক অ্যাসিড, কিটোন বডিস, সোডিয়াম, পটাসিয়াম, ক্লোরাইড ইত্যাদি।

মূত্রের বৈশিষ্ট্য

১। **আয়তন:** দুটি বৃক্কে দৈনিক 0.5 থেকে 2.5 লিটার মূত্র উৎপাদন হয় যা 6-8 বার মূত্র ত্যাগ ঘটায়।

২। **বর্ণ:** মূত্রে ইউরোক্রোম (urochrome) নামক পদার্থ থাকায় এটি খড় বা হালকা হলুদ বর্ণের হয়। মূত্রের বর্ণ ঘোলাটে হলে অস্বাভাবিকতা নির্দেশ করে। মূত্রে রক্ত, পুঁজ, শুক্রাণু কিংবা ব্যাকটেরিয়ার উপস্থিতিতে এরূপ বর্ণের হয়ে থাকে। ডিহাইড্রেশনের কারণে মূত্রের বর্ণ গাঢ় হলুদ হয়ে যায়।

৩। **গন্ধ:** সাধারণত ঝাঁঝালো। তবে পানীয় বা খাদ্য গ্রহণের উপর মূত্রের বর্ণ বা গন্ধ নির্ভর করে।

৪। **রাসায়নিক ধর্ম:** মূত্র সামান্য অম্লীয়, এর pH মান 5-6.5। হাইপারইউরিকোসরিয়া (মূত্রে অতিমাত্রার ইউরিক অ্যাসিড) রোগীদের ক্ষেত্রে মূত্রের ইউরিক অ্যাসিড বৃক্ক, রেচননালি কিংবা মূত্রথলিতে পাথর সৃষ্টি করে।

৫। **আপেক্ষিক গুরুত্ব:** 1.008 -1.030.

৬। **রাসায়নিক উপাদান:** গবেষণাগারে মূত্র বিশ্লেষণ করে যেসব উপাদান পাওয়া যায় সেগুলো হলো-

মূত্রের রাসায়নিক উপাদান

মূত্র	১. পানি (96%)			
	২. কঠিন পদার্থ (4%)	(ক) জৈব পদার্থ (60%)	i. নাইট্রোজেনাস	ইউরিয়া, ইউরিক অ্যাসিড, ক্রিয়েটিনিন, হিপপিউরিক অ্যাসিড, ইনডিকান।
			ii. নন-নাইট্রোজেনাস	সাইট্রেট, ল্যাকটেট, কিটোন বডিস।
		(খ) অজৈব পদার্থ (40%)	i. ক্যাটায়ন	Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, NH_4^+
			ii. অ্যানায়ন	SO_4^{2-}, PO_4^{3-}, Cl^-, HCO_3^-

মূত্রত্যাগ (Micturition or Urination): মূত্রথলি থেকে মূত্রনালির মাধ্যমে দেহ হতে মূত্র নিষ্কাশিত হওয়ার কৌশলকে মূত্রত্যাগ বলে। মানুষের মূত্রথলিতে 280-320 মিলিলিটার মূত্র জমা হলেই একটি চাপ সৃষ্টি হয়। চা, কফি ও অ্যালকোহল ইত্যাদি পানীয় মূত্র সৃষ্টি ত্বরান্বিত করে। এজন্য এদের ডাইইউরেট বলা হয়। মূত্রনালির ডেট্রুসর পেশির (detrusor muscle) সঙ্কোচন ও স্ফিঙ্কটার পেশির (sphincter muscle) প্রসারণ ঘটিয়ে মূত্র দেহ হতে নিষ্কাশিত হয়।

৬.৩ বৃক্কের ভূমিকা (Roles of Kidney)

১। রেচনে বৃক্কের ভূমিকা (Roles of Kidney in Excretion)

বৃক্ক প্রধানত নাইট্রোজেনঘটিত বর্জ্য পদার্থ দেহ হতে অপসারণ করে। আমিষ জাতীয় খাদ্য বিপাকের ফলে দেহে নাইট্রোজেনঘটিত বর্জ্য সৃষ্টি হয়। মানুষের প্রধান নাইট্রোজেনঘটিত বর্জ্য হলো- ইউরিয়া, ইউরিক অ্যাসিড, অ্যামোনিয়া, ক্রিয়েটিনিন ইত্যাদি। এদেরকে রেচন বর্জ্য বলা হয়। এগুলো রক্তের বিভিন্ন উপাদানের সাথে সমগ্র দেহে প্রবাহিত হয়। এসব পদার্থ শরীরের জন্য ক্ষতিকর এবং এরা দেহে বিষক্রিয়া সৃষ্টি করে। তাই এসব বর্জ্য পদার্থ দেহ হতে নিষ্কাশন করা একটি অত্যাবশ্যকীয় শারীরবৃত্তীয় ঘটনা।

❑ **ইউরিয়া বর্জ্য:** যকৃতে শর্করা বিপাকে সৃষ্ট CO_2 এর সাথে নাইট্রোজেন বিপাকে সৃষ্ট NH_4 সংযুক্ত হয়ে ইউরিয়া সৃষ্টি করে। ইউরিয়া অ্যামোনিয়া থেকে কম বিষাক্ত। এটি রক্তের মাধ্যমে পরিবাহিত হয়ে বৃক্কে আসে এবং মূত্র সৃষ্টির মাধ্যমে দেহ হতে বহিঃষ্কৃত হয়। ইউরিয়া একটি অতি ক্ষুদ্র অণু যা পরিবহনের জন্য বিশেষ কোনো পদ্ধতির প্রয়োজন হয় না ফলে খুব সহজেই এরা ব্যাপন প্রক্রিয়ায় কোষ পর্দা অতিক্রম করতে পারে। এটি অভিস্রবণ সক্রিয় এবং রক্ত ও অন্যান্য তরলের অভিস্রবণিক চাপ রক্ষার ভূমিকা রাখে।

❑ **ইউরিক অ্যাসিড বর্জ্য:** যকৃতের কোষে নিউক্লিক অ্যাসিডের পিউরিন ক্ষারক বিপাকের ফলে ইউরিক অ্যাসিড সৃষ্টি হয়। ইউরিক অ্যাসিড অণু ইউরিয়া অণু থেকে বৃহৎ, কম দ্রবণীয় এবং কম বিষাক্ত। এটি বৃক্ক দ্বারা দেহ হতে বহিঃষ্কৃত হয়। হাইপারইউরিকোসরিয়া (মূত্রে অতিমাত্রার ইউরিক অ্যাসিড) রোগীদের ক্ষেত্রে মূত্রের ইউরিক অ্যাসিড বৃক্ক, রেচননালি কিংবা মূত্রথলিতে সঞ্চিত হয়ে সুঁই আকৃতির (needle shaped) স্ফটিক সৃষ্টি করে যা বৃক্কের পাথর (kidney stone) নামে চিহ্নিত। তবে বৃক্কের পাথর অন্যান্য পদার্থ জমা হয়েও সৃষ্টি হয়। মানুষের বৃক্কে যে পাথর হয় সেগুলো প্রাথমিক অবস্থায় রক্তের সাথে সমগ্র দেহে ঘুরে বেড়ায়।

❑ **ক্রিয়েটিনিন বর্জ্য:** দেহের পেশিতে ক্রিয়েটিন নামক অ্যামিনো অ্যাসিডের বিপাকের ফলে ক্রিয়েটিনিন বর্জ্য সৃষ্টি হয়। দেহে বিদ্যমান প্রায় 2% ক্রিয়েটিন বিপাক প্রক্রিয়ায় পেশিতে শক্তি উৎপাদনে ব্যবহৃত হয় এবং ক্রিয়েটিনিন সৃষ্টি করে। বৃক্কে রক্ত থেকে ক্রিয়েটিনিন পরিস্রুত হয়ে মূত্রের সাথে বহিঃষ্কৃত হয়। রক্তে ক্রিয়েটিনিনের মাত্রা দ্বারা বৃক্কের সুস্থ্যতা নির্ণয় করা হয়। এজন্য রক্তের ক্রিয়েটিনিন মাত্রাকে বৃক্কের রোগ নির্ণয়ের সূচক (dignostic index) হিসেবে গণ্য করা হয়। বৃক্কের কাজে জটিলতা দেখা দিলে রক্তে ক্রিয়েটিনিন মাত্রা বেড়ে যায়। রক্তে এর স্বাভাবিক মাত্রা পুরুষের 0.6-1.2 mg/dl এবং মহিলাদের 0.5-1.1 mg/dl (mg=milligrams, dl=deciliter)।

❑ অন্যান্য বর্জ্য: বৃক্ক হতে বিভিন্ন বিষ, অতিরিক্ত ওষুধ ও হরমোন বহিষ্কৃত হয়। বৃক্কের মাধ্যমে রক্ত থেকে অতিরিক্ত চিনি ও অ্যামিনো অ্যাসিড অপসারিত হয়।

২। অসমোরেগুলেশনে বৃক্কের ভূমিকা (Roles of Kidney in Osmoregulation)

দেহাভ্যন্তরের কোষকলায় বিদ্যমান পানি ও বিভিন্ন লবণের ভারসাম্যতা রক্ষার কৌশলকে অভিস্রবণ নিয়ন্ত্রণ বা অসমোরেগুলেশন (osmoregulation) বলে। মানবদেহের অভিস্রবণ নিয়ন্ত্রণে রেচনতন্ত্র প্রধান ভূমিকা পালন করে।

❑ পানি সাম্যতা রক্ষা: মানবদেহের অধিকাংশই পানি দ্বারা গঠিত। পূর্ণাঙ্গ পুরুষের দৈহিক ওজনের 60%ই পানি। স্ত্রীদের ক্ষেত্রে এর পরিমাণ 50%। শিশুদের দেহে পানির পরিমাণ সবচেয়ে বেশি, প্রায় 70%। মানবদেহে পানি দুভাবে অবস্থান করে। যেমন- বহিঃকোষীয় তরল (extracellular fluid) হিসেবে থাকে 45% এবং অন্তঃকোষীয় তরল (intracellular fluid) হিসেবে থাকে 55%। স্বাভাবিক অবস্থায় দেহে পানি গ্রহণ ও ত্যাগের মাধ্যমে সাম্যাবস্থা বজায় থাকে। প্রচুর পরিমাণ পানি পান করলে রক্তে পানির পরিমাণ বেড়ে যায় এবং রক্তের ঘনত্ব কমে যায়। আবার ঘামের সাথে প্রচুর পরিমাণ পানি ও লবণ নির্গত হলে রক্তের ঘনত্ব বেড়ে যায়। বৃক্ক দেহে পানি ও লবণের মাত্রা সঠিক রাখে। প্রতিদিন প্রায় 170 লিটার পানি বৃক্ক দ্বারা পরিস্রুত হয়। কিন্তু 168.5 লিটার পানিই বৃক্কীয় নালিকা দ্বারা পুনঃশোষিত হয়ে রক্তে ফিরে আসে। মাত্র 1.5 লিটার পানি মূত্র হিসেবে দেহ হতে নিষ্কাশিত হয়।

❑ সোডিয়াম আয়ন সাম্যতা রক্ষা: Na^+ দেহতরলের একটি গুরুত্বপূর্ণ উপাদান এবং এগুলো দেহের বহিঃকোষীয় তরলের আয়তন ঠিক রাখে। এছাড়া এরা ক্রিয়াবিভব (action potential) সৃষ্টি করে স্নায়ু উদ্দীপনা পরিবহন করে এবং রক্তচাপ নিয়ন্ত্রণ করে। দেহে Na^+ আয়নের ঘনত্ব বহিঃকোষীয় তরলে প্রায় 142 mmol/L এবং অন্তঃকোষীয় তরলে 10 mmol/L। সুস্থ দেহে এ ঘনমাত্রা সর্বদা ধ্রুব (constant) অবস্থায় থাকে। স্বাভাবিক খাদ্য, পানীয় এবং খাবার লবণের সাথে দেহের চাহিদার চেয়ে বেশি Na^+ দেহে প্রবেশ করে। মূত্র, পায়খানা ও ঘামের সাথে অতিরিক্ত Na^+ দেহ হতে বের হয়ে যায়।

❑ পটাসিয়াম আয়ন সাম্যতা রক্ষা: K^+ দেহতরলের অন্য একটি গুরুত্বপূর্ণ উপাদান। উত্তেজনক্ষম কলার বৈদ্যুতিক বিভব সৃষ্টিতে এগুলো বিশেষভাবে জড়িত। স্বাভাবিক অবস্থায় এর ঘনত্ব বহিঃকোষীয় তরলে 4mmol/L এবং অন্তঃকোষীয় তরলে 160 mmol /L। দেহ এ সাম্যবস্থা সঠিকভাবে রক্ষা করে। বিভিন্ন ধরনের ফল খেলে দেহে K^+ প্রবেশ করে। প্রয়োজনের অতিরিক্ত K^+ মূত্র ও পায়খানার সাথে দেহ হতে নিষ্কাশিত হয়। K^+ এর অভাবে ডায়রিয়া ও পেশি দুর্বলতা দেখা দেয়। এর আধিক্যতা ও স্বল্পতা উভয়ই হৃৎরোগ সৃষ্টি করে।

৩। রক্তের pH নিয়ন্ত্রণ বা অম্ল-ক্ষারের ভারসাম্য নিয়ন্ত্রণে বৃক্কের ভূমিকা

pH হলো কোনো দ্রবণের হাইড্রোজেন আয়ন ঘনমাত্রার বা $[H^+]$ এর 10 ভিত্তির ঋণাত্মক লগারিদম (pH is the negative logarithm of $[H^+]$ to the 10 base) বা, $pH = -Log_{10}[H^+]$. পানি একটি নিরপেক্ষ দ্রবণ। পানির pH = 7. কোনো দ্রবণের pH মান পানির চেয়ে বেশি হলে উহা ক্ষারীয় (রক্তরস-7.4) এবং পানির চেয়ে কম হলে উহা অম্লীয় (মূত্র-6.5) প্রকৃতির হয়। স্বাভাবিক অবস্থায় দেহতরলের pH মান 7.3 -7.7 পর্যন্ত বিদ্যমান থাকে। pH এর মান এর চেয়ে বেশি বা কম হলে মানুষের মৃত্যু পর্যন্ত হতে পারে। বহিঃকোষীয় তরল (রক্তরস, কলারস) অপেক্ষা অন্তঃকোষীয় তরলের pH মান কিছুটা কম থাকে। এটি অবশ্য বিভিন্ন কলাতে CO_2 উৎপাদনের উপর নির্ভর করে। বহিঃকোষীয় তরলের pH মানের যে কোনো ধরনের পরিবর্তন অন্তঃকোষীয় তরলের pH মানের উপর প্রভাব ফেলে। দেহতরলের অম্ল-ক্ষার ভারসাম্য রক্ষায় বা pH নিয়ন্ত্রণে বৃক্ক মুখ্য ভূমিকা রাখে। অম্ল-ক্ষারের ভারসাম্য নিয়ন্ত্রণে বৃক্কের প্রাথমিক কাজ হলো দেহ তরলের অ্যানায়ন ও ক্যাটায়নসমূহ সংরক্ষণ করা। দেহের আয়নসমূহের সার্বিক সংখ্যা ও ঘনত্ব স্বাভাবিক রাখার জন্য বৃক্ক প্রধানত দুটি কাজ সম্পন্ন করে-

১। প্রথমত শোষণ ও পুনঃশোষণের মাধ্যমে দেহতরলের HCO_3^- এর প্রমাণ মান বজায় রাখে এবং

২। দ্বিতীয়ত দেহতরল হতে প্রচুর পরিমাণ H^+ নন-কার্বোনিক অ্যাসিড ও অ্যামোনিয়ারূপে মূত্রের সাথে নিষ্কাশন করে।

বৃক্কের H^+ নিঃসরণ নির্ভর করে অন্তঃকোষীয় তরলের pH মানের উপর যা আবার বহিঃকোষীয় তরলের pH মানের উপর নির্ভরশীল। ফলে দেহে CO_2 এর পরিমাণ বৃদ্ধি পেলে H^+ নিঃসরণও বৃদ্ধি পায়। বৃক্কীয় নালিকা দ্বারা যে পরিমাণ Na^+ পুনঃশোষিত হয় সে পরিমাণ H^+ রেচিত হয়। অ্যাডরেনাল গ্রন্থি ক্ষরিত অ্যালডোস্টেরন হরমোন দ্বারা বৃক্কের H^+ রেচন মাত্রা নিয়ন্ত্রিত হয়। দেহের প্রয়োজন অনুযায়ী বৃক্ক HCO_3 পুনরুদ্ধার করে। এটি নির্ভর করে বৃক্কের H^+ নিঃসরণ ও বৃক্কীয় নালিতে বিদ্যমান HCO_3 এর পরিমাণের উপর। যখন বৃক্কীয় নালিকার তরলে যথেষ্ট পরিমাণ H^+ বিদ্যমান থাকে অথবা উহাতে HCO_3 পরিমাণ কম থাকে তখন তরল থেকে সকল ধরনের বাইকার্বনেট শোষিত হয়। কিন্তু এর বিপরীত অবস্থাতে HCO_3 মূত্রের সাথে বের হয়ে যায়।

৬.৪ বৃক্কের তাৎক্ষণিক বিকল, লক্ষণ ও করণীয়

(Acute Renal Failure, Symptoms and Measures)

বৃক্ক শরীরের অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ একটি অঙ্গ। একে দেহের ছাঁকন যন্ত্র বলা হয়। মানবদেহের দুটি বৃক্ক প্রতিদিন প্রায় 170 লিটার রক্ত পরিশোধন করে শরীরকে সুস্থ রাখে। বৃক্ক নিজস্ব কোনো রোগে আক্রান্ত হতে পারে অথবা অন্য কোনো রোগের কারণে এটি ক্ষতিগ্রস্থ হতে পারে। বৃক্কের প্রধান রোগগুলো হলো: রেনাল ফেইলুর (renal failure), একিউট গ্লোমেরুলো নেফ্রাইটিস (acute glumerulo nephrities or AGN), প্রস্রাবে রক্ত যাওয়া বা হেমাচুরিয়া (hematuria), নেফ্রোটিক সিনড্রম (nephrotic syndrom), এনুরিয়া (anuria) ইত্যাদি। চিকিৎসাবিজ্ঞানের যে শাখায় বৃক্কের স্বাভাবিক কার্যাবলি ও এর রোগ নিয়ে অধ্যয়ন করা হয় তাকে নেফ্রোলজি **(Nephrology)** বলে। বৃক্কের রোগকে প্রধানত দু'ভাগে ভাগ করা হয়। যথা-

১। বৃক্কের দীর্ঘস্থায়ী বিকল বা ক্রনিক রেনাল ফেইলুর (chronic renal failure) এবং
২। বৃক্কের তাৎক্ষণিক বিকল বা অ্যাকিউট রেনাল ফেইলুর (acute renal failure)।

❑ বৃক্কের দীর্ঘস্থায়ী বিকল: বৃক্ক যখন নিজস্ব কোনো রোগে আক্রান্ত হয়ে অথবা অন্য কোনো রোগে বৃক্ক আক্রান্ত হয়ে এর কার্যকারিতা 3 মাস বা ততোধিক সময় পর্যন্ত লোপ পেয়ে থাকে তখন তাকে **বৃক্কের দীর্ঘস্থায়ী বিকল** বলে। একে **বৃক্কের দীর্ঘস্থায়ী রোগ বা ক্রনিক বৃক্কীয় রোগ** (chronic kidney disease-CKD) বলে। দীর্ঘস্থায়ী বৃক্ক রোগের সবচেয়ে অসুবিধা হলো অধিকাংশ ক্ষেত্রে এ ধরনের রোগীদের কোনো উপসর্গ হয় না। ফলে বছরের পর বছর এরা চিকিৎসকের শরণাপন্ন হয় না। যখন উপসর্গ দেখা দেয় তখন তাদের বৃক্কের কার্যকারিতা 75% লোপ পায়। বৃক্কের কার্যকারিতা 75% লোপ পাওয়ার পরে ওষুধের মাধ্যমে চিকিৎসা করে পরিপূর্ণ সুস্থ অবস্থায় ফিরিয়ে আনা অধিকাংশ ক্ষেত্রেই সম্ভব হয় না। সেক্ষেত্রে কেবল ডায়ালাইসিস অথবা বৃক্ক প্রতিস্থাপনই একমাত্র চিকিৎসা।

❑ বৃক্কের তাৎক্ষণিক বিকল: কোনো সুস্থ লোকের হঠাৎ করে বৃক্কের কার্যক্রম কমে যাওয়া বা বন্ধ হয়ে যাওয়াকে **বৃক্কের তাৎক্ষণিক বিকল বা অ্যাকিউট রেনাল ফেইলুর** (acute renal failure-ARF) বলে। বৃক্কের তাৎক্ষণিক বিকলের ফলে সাধারণত প্রস্রাবের মাত্রা কমে যায়, অনেক সময় প্রস্রাব একবারেই বন্ধ হয়ে যায়, আবার কখনো কখনো স্বাভাবিক মাত্রার প্রস্রাব হয়েও এরোগ হতে পারে। এ রোগ হলে রক্তে ইউরিয়া ও ক্রিয়েটিনিনের পরিমাণ বাড়তে থাকে।

গবেষণায় দেখা গেছে কিডনি বিকল হবার পেছনে 50% ভূমিকা রাখে ডায়াবেটিস ও উচ্চ রক্তচাপ। অন্যান্য যেসব কারণে কিডনি নষ্ট হয় সেগুলো হলো: ধূমপান, স্থূলতা, হৃৎরোগ ইত্যাদি। বাংলাদেশে কিডনি রোগীর সংখ্যা প্রায় 2 কোটির মত। এর মধ্যে কমপক্ষে প্রতিবছর কিডনিজনিত রোগে কমপক্ষে 35 হাজার মানুষ মারা যাচ্ছে। এ হিসেবে প্রতি ঘন্টায় প্রায় 5 জন কিডনি রোগের কারণে মারা যায়। আমেরিকাতে 450,000 মানুষ নিয়মিত ডায়ালাইসিস করে এবং 185,000 মানুষ কিডনি প্রতিস্থাপন করে বেঁচে আছে। কিডনি বিষয়ক সামাজিক সচেতনতা গড়ে তোলার লক্ষ্যে 2006 সাল থেকে প্রতিবছর মার্চ মাসের দ্বিতীয় বৃহস্পতিবার বিশ্ব কিডনি দিবস পালন করা হয়।

বৃক্কের তাৎক্ষণিক বিকলের কারণ

বৃক্কের তাৎক্ষণিক বিকলের কারণগুলোকে তিন ক্যাটাগরিতে ভাগ করা যায়, যেমন-

(ক) প্রিরেনাল কারণ বা বৃক্কে রক্ত প্রবাহ কমে যাওয়া (Pre-renal causes or decreased blood flow to the kidney): কিছু রোগ ও অবস্থার কারণে বৃক্কে রক্ত প্রবাহ কমে যায়। যেমন-নিম্ন রক্তচাপ বা শক, অতিরিক্ত রক্তক্ষরণ, অতিমাত্রার ডায়রিয়া ও বমি, হার্ট অ্যাটাক, হার্ট ফেইলুর, অতিমাত্রার ব্যাথানাশক ওষুধ সেবন, রক্তে পানি ও লবণ জাতীয় পদার্থের অভাব, অতি মাত্রার অ্যালার্জি, আগুনে পোড়া, রক্তবমি, ভুল রক্ত দেয়া, সার্জিকেল অপারেশন, গর্ভপাত ইত্যাদি।

(খ) রেনাল কারণ বা বৃক্ক নষ্ট হয়ে যাওয়া (Renal causes or direct damage to the kidneys): কিছু রোগ ও অবস্থার কারণে বৃক্ক নষ্ট হয়ে যায়। যেমন- অতিমাত্রার প্রদাহ, যেমন- গ্রাম নেগেটিভ সেপটিসিমিয়া, মাল্টিপল মায়েলিমা ক্যানসার, নেফ্রাইটিস, সর্প দংশন, উচ্চ রক্তচাপ, অ্যাকিউট টিউব্যুলার ন্যাক্রোসিস (ATN), রেনিন অ্যানজিওটেনসিন এর কার্যকারিতা বৃদ্ধি পাওয়া, স্ক্লেরোডার্মা, ভাস্কুলাইটিস, থ্রম্বোটিক মাইক্রোঅ্যানজিওপ্যাথি ইত্যাদি।

(গ) পোস্টরেলাল কারণ বা মূত্রনালিতে বাধা (Post-renal causes or urinary tract obstruction): কিছু রোগ ও অবস্থার কারণে মূত্রনালিতে বাধার সৃষ্টি হয়। যেমন-প্রোস্ট্যাট গ্রন্থির সমস্যা, ইউরেটারে পাথর, বৃক্কে পাথর, ইউরেনারি ক্যাথেটার, রেনাল ম্যালিগন্যান্সি, মূত্রনালিতে রক্ত জমাট ইত্যাদি।

বৃক্কের তাৎক্ষণিক বিকলের লক্ষণ

রোগের প্রাথমিক অবস্থায় অনেকের কোনো লক্ষণ প্রকাশ পায় না। বৃক্কের তাৎক্ষণিক বিকলের লক্ষণগুলো নিম্ন বর্ণনা করা হলো:

- **মৃদু লক্ষণ** (mild symptoms): মূত্র উৎপাদন হ্রাস পাওয়া, দেহের বিভিন্ন অংশ ফুলে যাওয়া, মনযোগ সমস্যা, দ্বিধা-দ্বন্ধ, ক্লান্তি বোধ, অলসতা, বমির উদ্রেগ, বমি, ডায়রিয়া, পেটে ব্যথা, মুখে মেটালিক স্বাদ (metallic taste) অনুভূতি ইত্যাদি।
- **মাঝারি লক্ষণ** (moderate symptoms): শারীরিক দুর্বলতা, স্বাভাবিক কর্মক্ষমতা হ্রাস পাওয়া, রক্তচাপ বৃদ্ধি, পা ও চোখ ফুলে যাওয়া, ঘন ঘন শ্বাস নেয়া, বমি, রক্তপাত, মূত্রত্যাগ হ্রাস, মৃদু মাথা ব্যথা, চুলকানি ইত্যাদি।
- **অতিমাত্রার লক্ষণ** (severe symptoms): অধিক ঘুম, রক্তাল্পতা, বুকে ব্যথা, শ্বাসকষ্ট, উচ্চ রক্তচাপ, প্রচণ্ড বমি, ব্যাপক রক্তপাত, চরম দুর্বলতা, মূত্রত্যাগে অক্ষমতা, খিচুনী বা একেবারে অজ্ঞান হওয়া ইত্যাদি।

বৃক্কের তাৎক্ষণিক বিকল নির্ণয় (Acute Renal Failure Diagnosis)

রক্ত ও মূত্র পরীক্ষার মাধ্যমে বৃক্কের তাৎক্ষণিক বিকল নির্ণয় করা হয়। নিম্নলিখিত কারণে পরীক্ষাগুলো করা হয়-

- বৃক্ক বিকল হলে রক্তে ইউরিয়া ও ক্রিয়েটিনিনের মাত্রা বেড়ে যায়।
- বৃক্ক বিকল হলে রক্তে আয়নের মাত্রা অস্বাভাবিকভাবে বেড়ে যায় কিংবা কমে যায়।
- বৃক্ক বিকল হলে রক্তে লোহিত রক্তকণিকার পরিমাণ কমে যায়। এ অবস্থাকে অ্যানিমিয়া (anemia) বলে।
- বৃক্ক বিকল হলে মূত্রের পরিমাণ কমে যায় (< 0.5 ml/kg/h for 6 hours)।

বৃক্কের তাৎক্ষণিক বিকলের করণীয় (চিকিৎসা ও প্রতিরোধ)

১। রোগীকে অবশ্যই একজন বৃক্ক বিশেষজ্ঞের (nephrologist) শরণাপন্ন হতে হবে। রোগের অবস্থা জটিল হলে হাসপাতালে ভর্তি হতে হবে।

২। বৃক্ক সম্পূর্ণভাবে অকেজো হওয়ায় রক্তে অতিমাত্রায় বিষাক্ত পদার্থ ও তরল জমা হলে ডায়ালাইসিস (dialysis) করে অপসারণ করতে হবে।

৩। বৃক্ক সম্পূর্ণভাবে অকেজো হলে অনেকসময় বৃক্ক প্রতিস্থাপনের (kidney transplant) প্রয়োজন হয়।

৪। রোগীকে নিম্ন প্রোটিন ও পটাসিয়াম সমৃদ্ধ খাবার খেতে হবে।

৫। বৃক্কের তাৎক্ষণিক বিকলের জটিলতা এড়াতে রোগীকে প্রয়োজনীয় ওষুধ সেবন করতে হবে। যেমন-বৃক্কের সংক্রমণ আরোগ্য লাভের জন্য অ্যান্টিবায়োটিক সেবন, মূত্র তৈরির জন্য ডাইইউরেট সেবন, আয়ন ভারসাম্যতার জন্য ওষুধ সেবন ইত্যাদি।

৬। পাতলা পায়খানা, বমি বা জ্বর হলে ঘন ঘন চিনির শরবত বা স্যালাইন পান করতে হবে; প্রয়োজন হলে আইভি স্যালাইন প্রয়োগ করতে হবে।

৭। যাদের বয়স 50 এর বেশি, যাদের নিজের কিংবা পরিবারের অন্য কারো ডায়াবেটিস ও উচ্চ রক্তচাপ আছে তাদের বৃক্ক নিয়মিত পরীক্ষা করাতে হবে।

৮। শরীর সুস্থ ও সচল রাখার জন্য নিয়মিত হাঁটা ও ব্যায়াম, খাদ্যাভ্যাসের মাধ্যমে শরীরের ওজন নিয়ন্ত্রণে রাখতে হবে।

৯। অনেক ভেষজ ওষুধ আছে যেগুলো বৃক্কের জন্য মারাত্মক ক্ষতিকর, সেগুলো এড়িয়ে চলতে হবে।

১০। কোনো অবস্থাতেই আনাড়ী দায় দিয়ে প্রসব কিংবা গর্ভপাত না ঘটানো। ভুল রক্তদান যাতে না ঘটে যেদিকে লক্ষ রাখা।

বৃক্ক ও ডায়ালাইসিস (Kidney and Dialysis)

বৃক্ক সম্পূর্ণভাবে অকেজো হওয়ার পর শরীরে জমে থাকা বর্জ্য (ইউরিয়া, ক্রিয়েটিনিন, পটাসিয়াম) পরিশোধিত করার নাম ডায়ালাইলিস (dialysis)। রক্তে রেচন বর্জ্যের বৃদ্ধি পাওয়াকে অ্যাজোটিমিয়া (azotemia) বলে। এ অবস্থায় মানুষ দেহে যে অসুস্থতা অনুভব করে তাকে ইউরেমিয়া (uremia) বলে। বৃক্ক সম্পূর্ণভাবে অকেজো হয়ে যাওয়া রোগীকে বাঁচিয়ে রাখার জন্য ডায়ালাইসি অত্যাবশ্যক। নিয়মিত ডায়ালাইসিস করে প্রায় স্বাভাবিক জীবনযাপন করা যায়।

কখন ডায়ালাইসিস প্রয়োজন হয়?

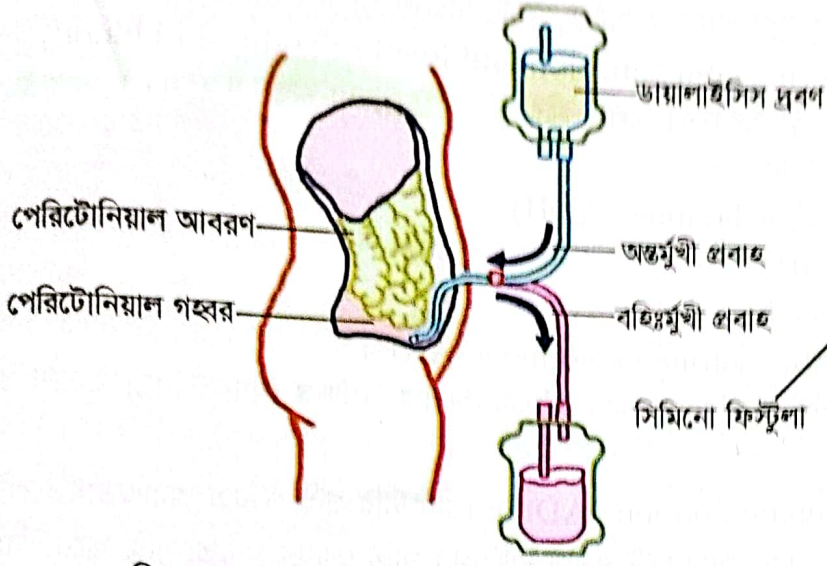
রোগীর দেহে রেচন বর্জ্যের পরিমাণ অতিমাত্রায় বেড়ে গিয়ে যখন প্রচণ্ড অসুস্থ অনুভব করে তখন ডায়ালাইসিসের প্রয়োজন হয়। সাধারণত মূত্রের ক্রিয়েটিনিন ক্লিয়ারেন্স পরীক্ষা দ্বারা বৃক্কের সুস্থতা নির্ণয় করা হয়। মানুষের বৃক্কে প্রতি মিনিটে যে পরিমাণ রক্ত থেকে রেচন বর্জ্য ক্রিয়েটিনিন পরিশোধিত হয় তাকে **ক্রিয়েটিনিন ক্লিয়ারেন্স** (creatinine clearance) বলে। একজন সুস্থ মানুষের স্বাভাবিক ক্রিয়েটিনিন ক্লিয়ারেন্স হলো 125 সিসি/মিনিট। বৃক্কের ক্রিয়েটিনিন ক্লিয়ারেন্স 10-12 সিসি/মিনিট হলেই ডায়ালাইসিসের প্রয়োজন হয়।

ডায়ালাইসিসের প্রকার

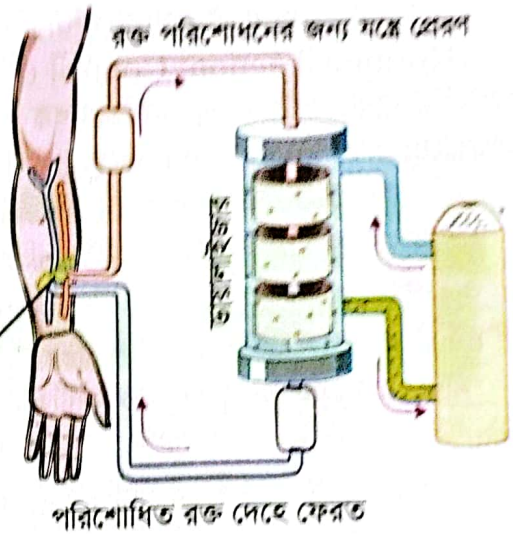
ডায়ালাইসিস সাধারণত দুই প্রকারের হয়। হিমোডায়ালাইসিস এবং পেরিটোনিয়াল ডায়ালাইসিস।

(ক) হিমোডায়ালাইসিস (Hemodialysis): এক্ষেত্রে রক্ত থেকে অতিরিক্ত রেজন বর্জ্য ও পানি বের করে দেয়ার জন্য ডায়ালাইসিস মেশিনে বিদ্যমান একটি বিশেষ ধরনের ছাঁকনি বা **ডায়ালাইসিস পর্দা** (dialysis membrane) ব্যবহার করা হয়। এ পদ্ধতিতে রোগীর হাত বা পায়ের একটি ধমনি ও একটি শিরার মাঝে একটি প্লাস্টিকের নল **গর্টেক্স গ্রাফট** (gortex graft) স্থাপন করা হয়। এ পদ্ধতিকে সিমিনো ফিস্টুলা (Cimino fistula) বলা হয়। এ ফিস্টুলাতে সুঁইযুক্ত দুটি নল স্থাপন করা হয় যার একটি দিয়ে রক্ত ডায়ালাইসিস মেশিনে যায় এবং অপরটি দিয়ে বিশুদ্ধ রক্ত দেহে ফিরে আসে।

(খ) পেরিটোনিয়াল ডায়ালাইসিস (Peritoneal dialysis): এক্ষেত্রে একটি প্লাস্টিক নলের মাধ্যমে উদরের পেরিটোনিয়াল গহ্বরে একটি বিশেষ ধরনের দ্রবণ প্রবেশ করানো হয়। এ নলকে **পেরিটোয়িাল ডায়লাইসিস ক্যাথেটার** (peritoneal dialysis catheter) বলে এবং এটি উদর প্রাচীরের মধ্য দিয়ে উদর গহ্বরে স্থাপন করা হয়। উদরে গহ্বরের পেরিটোনিয়াল পর্দা রক্ত ও দ্রবনের মাঝে ছাঁকনি হিসেবে কাজ করে। এ প্রক্রিয়ার বিভিন্ন ধরনের দ্রবণ ব্যবহার করে রক্ত থেকে অতিরিক্ত রেজন বর্জ্য ও পানি বের করে দেয়া হয়। এ পদ্ধতি সাময়িকভাবে রোগীর চিকিৎসা দেয়া সম্ভব কিন্তু দীর্ঘ মেয়াদে এ পদ্ধতি কার্যকর নয়।



চিত্র ৬.৮ পেরিটোনিয়াল ডায়ালাইসিস প্রক্রিয়া



চিত্র ৬.৯ হিমোডায়ালাইসিস প্রক্রিয়া

বাংলাদেশসহ বিশ্বের অনেক দেশে হিমোডায়ালাইসিসের প্রচলন বেশি। ইউরোপের কোনো কোনো দেশে পেরিটোনিয়াল ডায়ালাইসিস পদ্ধতি প্রচলিত আছে। ডায়ালাইসিস সুস্থ বৃক্কের মতো কাজ করে কিন্তু বৃক্ককে সুস্থ করে না। নিয়মিত ডায়ালাইসিস করে মানুষ স্বাভাবিক জীবন যাপন করতে পারে। এটি হাসপাতালে সপ্তাহে দুই বা তিন দিন করা হয়। ডায়লাইসিসের সবচেয়ে বড় অসুবিধা হলো এটি একটি ব্যয়বহুল চিকিৎসা। আমাদের দেশে অধিকাংশ রোগী ডায়ালাইসিস শুরু করার পর কয়েক মাসের মধ্যেই টাকার অভাবে ডায়ালাইসিস বন্ধ করে দেয় এবং অকালে মৃত্যুবরণ করে থাকে।

বৃক্ক প্রতিস্থাপন (Kidney transplantation)

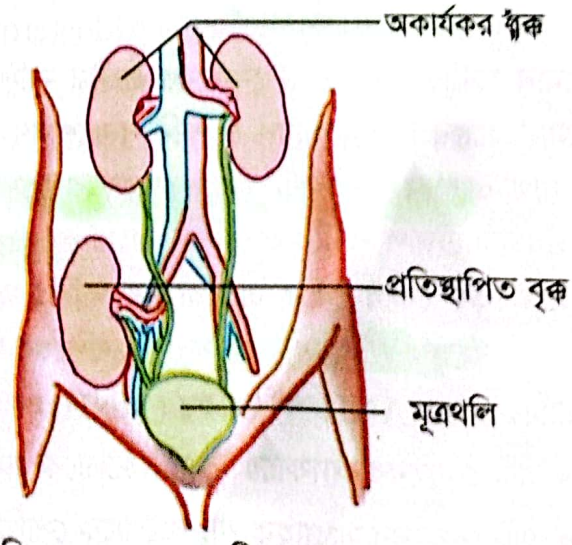
একজন অসুস্থ মানুষের দেহে অকার্যকর বৃক্কের পরিবর্তে কোনো সুস্থ মানুষের বৃক্ক স্থাপন করাকে বৃক্ক প্রতিস্থাপন বলে। নতুন স্থাপিত বৃক্ক অকার্যকর বৃক্কের পরিবর্তে কাজ করে। কিডনি সার্জন নতুন বৃক্ক তলপেটে স্থাপন করে রক্তনালির সাথে সংযোগ স্থাপন করে দেয়। নতুন স্থাপিত বৃক্কের ভেতরে রক্ত প্রবাহিত হওয়ার পর স্বাভাবিক বৃক্কের মতো মূত্র তৈরি করে। যদি কোনো সংক্রমণ বা উচ্চ রক্তচাপ না হয় তাহলে আগের বৃক্ক রেখে দেয়া হয়।

প্রতিস্থাপিত বৃক্কের স্থায়িত্ব কতদিন?

প্রতিস্থাপিত বৃক্ক কতদিন টিকবে তা বিভিন্ন প্রভাবকের উপর নির্ভর করে। সার্বিকভাবে প্রতিস্থাপিত বৃক্ক নিম্নরূপ স্থায়ী হয়:

- এক বছর- প্রায় 95%
- পাঁচ বছর-প্রায় 85-90%
- দশ বছর- প্রায় 75%

সুস্থ ও স্বাভাবিক স্বাস্থ্যবিধি অনুসরণ করলে প্রতিস্থাপিত বৃক্কের আয়ুষ্কাল আরো বৃদ্ধি পায়।



চিত্র ৬. ১০ বৃক্ক প্রতিস্থাপন

৬.৫ হরমোনাল ক্রিয়া: মূত্রের ঘনত্ব ও রক্তে সোডিয়ামের মাত্রা নিয়ন্ত্রণ (Hormonal action: Control of urine concentration and level of sodium in blood)

দেহের অভিস্রবণ ও রেচন কার্য নিয়ন্ত্রণে বৃক্ক গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। চারটি হরমোন মানুষের মূত্রের ঘনত্ব ও রক্তে সোডিয়ামের মাত্রা নিয়ন্ত্রণ করে। হরমোনগুলো হলো:

১। অ্যান্টিডাইউরেটিক হরমোন (Antidiuretic hormone-ADH)
২। অ্যানজিওস্ট্যানসিন II (Angiotensin II)
৩। অ্যালডোস্টেরন হরমোন (Aldosterone hormone)
৪। অ্যাট্রিয়াল ন্যাট্রিইউরেটিক হরমোন (Atrial natriuretic hormone-ANH)

মানুষের মূত্রের ঘনত্ব ও রক্তে সোডিয়ামের মাত্রা নিয়ন্ত্রণকারী হরমোনগুলোর সংক্ষিপ্ত বিবরণ নিম্নে উল্লেখ করা হলো::

১। অ্যান্টিডাইউরেটিক হরমোন (Antidiuretic hormone-ADH): পিটুইটারি গ্রন্থি ক্ষরিত অ্যান্টিডাইউরেটিক হরমোনের প্রভাবে বৃক্কের পানি শোষণ মাত্রা নিয়ন্ত্রিত হয়। এটি বৃক্কীয় নালিকার পানি শোষণ ক্ষমতা বৃদ্ধি করে। রক্তে পানির মাত্রা কমে গেলে অধিক পরিমাণ ADH ক্ষরিত হয়। এতে বৃক্কীয় নালিকা দ্বারা অধিক পরিমাণ পানি শোষিত হয়। ফলে মূত্রের পরিমাণ কমে যায় এবং এর ঘনত্ব বেড়ে যায়। অন্যদিকে রক্তে পানির পরিমাণ বেশি হলে ADH ক্ষরণ কমে যায় এবং এতে কম পরিমাণ পানি বৃক্কীয় নালিকা দ্বারা পুনঃশোষিত হয়। ফলে মূত্রের পরিমাণ বেড়ে যায় এবং ঘনত্ব কমে যায়।

পিটুইটারি গ্রন্থির ADH উৎপাদন হ্রাস পেলে মানুষের ডায়াবেটিস ইনসিপিডাস (diabetes insipidus) নামক রোগ সৃষ্টি হয়। এতে নেফ্রনের নালি থেকে পর্যাপ্ত পরিমাণ পানি পুনঃশোষিত হয় না, ফলে মূত্র উৎপাদনের পরিমাণ বেড়ে যায়। ADH ইনজেকশন কিংবা ADH ন্যাজাল স্প্রের মাধ্যমে এরোগ নিয়ন্ত্রণ করা যায়।

২। অ্যানজিওস্ট্যানসিন II (Angiotensin II): এটি একটি সক্রিয় পেপটাইড হরমোন যা অ্যানজিওস্ট্যানসিন I হিসেবে নিষ্ক্রিয় অবস্থায় যকৃত থেকে ক্ষরিত হয়। এর নিম্নলিখিত প্রভাবগুলো দেখা যায়:

(i) এর প্রভাবে অ্যালডোস্টেরন হরমোন সংশ্লেষ ও ক্ষরণ বৃদ্ধি পায়।
(ii) রক্তনালির সঙ্কোচনের মাধ্যমে রক্তচাপ বৃদ্ধি করে।
(iii) নেফ্রনের নিকটবর্তী প্যাঁচানো নালিকা কর্তৃক সোডিয়াম পুনঃশোষণ উদ্দীপিত করে।
(iv) পিটুইটারি গ্রন্থিকে ADH ক্ষরণে উদ্দীপিত করে।

৩। অ্যালডোস্টেরন হরমোন (Aldosterone hormone): বৃক্কের শীর্ষে বিদ্যমান অ্যাডরেনাল গ্রন্থি থেকে এ হরমোন ক্ষরিত হয়। এটি নেফ্রনের প্রান্তীয় নালি এবং সংগ্রাহক নালির উপর ক্রিয়া বৃক্কের রক্তচাপ নিয়ন্ত্রণ করে। এ হরমোন বৃক্কের বিভিন্ন আয়ন ও পানি পুনঃশোষণ ক্ষমতা বৃদ্ধি করে। এটি বৃক্কের সোডিয়াম (Na^+) সংরক্ষণ করা, পানি ধরে রাখা এবং রক্তচাপ বৃদ্ধি করার ক্ষেত্রে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

৪। অ্যাট্রিয়াল ন্যাট্রিইউরেটিক হরমোন (Atrial natriuretic hormone-ANH): হৃৎপিণ্ডের অলিন্দের প্রাচীরে বিদ্যমান কিছু কোষ থেকে এ হরমোন ক্ষরিত হয়। এর প্রভাবে বৃক্কের সোডিয়াম রেচন হার বৃদ্ধি পায় এবং দেহের রক্তচাপ ও রক্তের পরিমাণ কমে যায়। হৃৎপিণ্ডের অলিন্দে মাত্রারিক্ত রক্ত প্রবাহিত হলে এর প্রাচীর প্রসারিত হয়। এসময় এর প্রাচীর থেকে ANH ক্ষরিত হয়। ANH এর প্রধান শারীরবৃত্তীয় প্রভাব হলো:

- এটি নেফ্রনের অ্যাফারেন্ট ধমনিগুলোকে প্রসারিত করে গ্লোমেরুলার ফিলট্রেশন হার বৃদ্ধি করে।
- এটি নেফ্রনের সংগ্রাহক নালিগুলোকে সোডিয়াম লবণ পুনঃশোষণে প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষভাবে বাধা দেয়।
- এটি রেনিন-অ্যানজিওটেনসিন ক্ষরণে বাধা দেয়।

মানুষের রেচন ও শ্বসনের মধ্যে পার্থক্য

রেচন	শ্বসন
১। দেহ হতে নাইট্রোজেনঘটিত বর্জ্য নিষ্কাশিত হওয়ার প্রক্রিয়াকে রেচন বলে।	২। যে জৈব রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় দেহে শক্তি সৃষ্টি হয় তাকে শ্বসন বলে।
২। মানুষের রেচন অঙ্গের উপাদান হলো: একজোড়া বৃক্ক, একজোড়া গর্বিনী, একটি মূত্রনালি এবং একটি মূত্রথলি।	২। মানুষের শ্বসন অঙ্গের উপাদান হলো: নাসিকা, ট্রাকিয়া, গলবিল, স্বরথলি, ব্রঙ্কি, ফুসফুস ও ব্রঙ্কিউল।
৩। রেচনের মাধ্যমে প্রধানত দেহের জন্য অতি ক্ষতিকারক পদার্থ দেহ হতে নিষ্কাশিত হয়।	৩। শ্বসনের মাধ্যমে প্রধানত দেহের জন্য শক্তি বা ATP উৎপাদিত হয়।
৪। রেচন প্রক্রিয়া দেহের অভ্যন্তরীন স্থিতাবস্থা রক্ষা করে এবং দেহকে ধ্বংসের হাত হতে রক্ষা করে।	৪। শ্বসন প্রক্রিয়া দেহে শক্তি উৎপাদন করে যা দেহের বিভিন্ন কাজে ব্যবহৃত হয়।
৫। এ প্রক্রিয়ায় কোনো অক্সিজেনের প্রয়োজন হয় না।	৫। এ প্রক্রিয়ায় অক্সিজেনের প্রয়োজন হয়।

প্রধান শব্দভিত্তিক সারসংক্ষেপ

❑ **রেচন** : যে শারীরবৃত্তীয় প্রক্রিয়ায় দেহ হতে নাইট্রোজেনঘটিত বর্জ্য পদার্থ নিষ্কাশিত হয় তাকে রেচন বলে। মানুষের প্রধান নাইট্রোজেনঘটিত রেচন বর্জ্য হলো- ইউরিয়া, ইউরিক অ্যাসিড, অ্যামোনিয়া, ক্রিয়েটিনিন, ক্রিয়েটিন ইত্যাদি।

❑ **নেফ্রন** : বৃক্কের গঠনগত ও কার্যগত একককে নেফ্রন বলে। মানুষের প্রতিটি বৃক্কে প্রায় 10-12 লক্ষ নেফ্রন থাকে।

❑ **ম্যালপিজিয়ান বডি** : বৃক্কের কর্টেক্স অঞ্চলে অবস্থিত 0.2 মিলিমিটার ব্যাসের গোলাকার অংশকে রেনাল করপাসল বা ম্যালপিজিয়ান বডি বলে।

❑ **গ্লোমেরুলাস** : রেনাল ধমনি থেকে সৃষ্ট ক্ষুদ্র অন্তর্বাহী ধমনিকা নেফ্রনের বোম্যানস ক্যাপস্যুলে প্রবেশ করে যে কৈশিকজালিকাসমৃদ্ধ জটিল গঠন সৃষ্টি করে তাকে গ্লোমেরুলাস বলে।

❑ **হেনলির লুপ** : নেফ্রনের নিকটবর্তী প্যাঁচানো নালিকার শেষ প্রান্ত সোজা হয়ে বৃক্কের মেডুলা অঞ্চলে প্রবেশ করে এবং একটি U আকৃতির ফাঁস বা লুপ গঠন করে পুনরায় কর্টেক্স অঞ্চলে ফিরে আসে। আবিষ্কারক জার্মান চিকিৎসক Jakob Henle-র নামানুসারে একে হেনলির লুপ বলা হয়।

❑ **আলট্রাফিলট্রেশন** : নেফ্রনের রেনাল করপাসল বা ম্যালপিজিয়ান বডিতে যে পদ্ধতিতে রক্ত থেকে পানি, রেচন বর্জ্য ও অন্যান্য পদার্থ পরিস্রুত হয় তাকে অতিপরিস্রাবণ বা আলট্রাফিলট্রেশন বলে।

❑ **নির্বাচিত পুনঃশোষণ** : বোম্যানস ক্যাপস্যুলে জমাকৃত পরিস্রুত তরল গ্লোমেরুলারস ফিলট্রেটে বিদ্যমান প্রয়োজনীয় বস্তু যেমন-পানি, গ্লুকোজ, অ্যামিনো অ্যাসিড, ভিটামিন, খনিজ লবণ, আয়ন প্রভৃতি রক্তের মাধ্যমে পুনঃশোষণকে নির্বাচিত পুনঃশোষণ বলে।

❑ **অরনিথিন চক্র** : যকৃত কোষে বিদ্যমান অতিরিক্ত অ্যামোনিয়াকে ইউরিয়াতে পরিণত করার প্রক্রিয়াকে অরনিথিন চক্র বা ইউরিয়া চক্র বলে।

❑ **মূত্র** : নেফ্রনের রেনাল টিউব্যুলসে গ্লোমেরুলার ফিলট্রেট এর নির্বাচিত পুনঃশোষণের পর যে খড় বর্ণের, তীব্র ঝাঁঝালো গন্ধযুক্ত ও অম্লধর্মী তরল রেচন বর্জ্য মূত্রথলিতে জমা হয় তাকে মূত্র বলে।

❑ **বৃক্কের পাথর** : অনেক সময় ইউরিক অ্যাসিড মূত্রনালিতে সঞ্চিত হয়ে সুঁই আকৃতির স্ফটিক সৃষ্টি করে যা