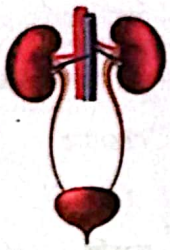
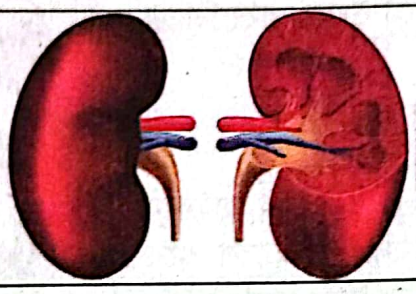
মানব শারীরতত্ত্ব : বর্জ্য ও নিষ্কাশন
HUMAN PHYSIOLOGY : EXCRETORY PRODUCT AND EXCRETION

৬ অধ্যায়

প্রাণীদের অভ্যন্তরে নানা ধরনের বিপাকীয় কার্যাবলি সংঘটিত হয়। এসব বিপাকীয় রাসায়নিক বিক্রিয়ায় প্রয়োজনীয় উপাদানসমূহ সংশ্লেষিত হয়ে কিছু অপ্রয়োজনীয় ও ক্ষতিকর পদার্থ তৈরি হয়। এ জন্য এসব দ্রব্য দেহ থেকে নিষ্কাশন করা একান্ত অপরিহার্য। বিপাক কার্যের ফলে সৃষ্ট এসব অপ্রয়োজনীয় নাইট্রোজেন ঘটিত বর্জ্য পদার্থকে **রেচন পদার্থ** বলে। রেচন পদার্থের মধ্যে অ্যামোনিয়া, ইউরিয়া, ইউরিক এসিড, ক্রিয়েটিনিন, অ্যামিনো এসিড, ইউরোক্রোম ইত্যাদি উপস্থিত থাকে।

এ অধ্যায়ের পাঠগুলো পড়ে শিক্ষার্থীরা যা যা শিখবে –

শিখনফল	বিষয়বস্তু (পিরিয়ড সংখ্যা ৬)
১. বৃক্কের গঠন ও কাজের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করতে পারবে। ২. রেচনের শারীরবৃত্ত ব্যাখ্যা করতে পারবে। ৩. মানব শরীর রেচন ও অসমোরেগুলেশনে বৃক্কের কার্যক্রমের যথাযথ মূল্যায়ন করতে পারবে। ৪. বৃক্কের তাৎক্ষণিক বিকলের (Instanteneous Kidney Failure) লক্ষণ ও ঐ মুহূর্তে করণীয় ব্যাখ্যা করতে পারবে। ৫. রক্ত ও মূত্রে হরমোনের ক্রিয়া বিশ্লেষণ করতে পারবে। ৬. ব্যবহারিক ○ বৃক্কের অনুচ্ছেদ শনাক্ত ও চিত্র অঙ্কন করতে পারবে।	● বৃক্ক ○ গঠন ও কাজ ● রেচনের শারীরবৃত্ত ● বৃক্কের ভূমিকা ○ রেচন, ○ অসমোরেগুলেশন ● বৃক্কের তাৎক্ষণিক বিকল, লক্ষণ ও করণীয় ● হরমোনাল ক্রিয়া মূত্রে ঘনত্ব নিয়ন্ত্রণ ○ রক্তের পিএইচ নিয়ন্ত্রণ ● ব্যবহারিক ○ বৃক্কের অনুচ্ছেদের স্থায়ী স্লাইড পর্যবেক্ষণ

প্রাণীদের বিভিন্ন প্রকার বর্জ্য পদার্থ (Different types of waste product)

১। **রেচন পদার্থ** (Excretory product) : রেচন পদার্থ যথা– ইউরিয়া, ইউরিক এসিড, অ্যামোনিয়া এগুলো প্রোটিন, নিউক্লিক এসিড বা প্রয়োজনের অতিরিক্ত অ্যামিনো এসিড থেকে সৃষ্ট। **মানুষের প্রধান রেচন বর্জ্যের নাম হলো মূত্র** (urine)।

যেসব প্রাণী ইউরিয়াকে রেচন পদার্থ হিসেবে ত্যাগ করে তাদের **ইউরিওটেলিক** (ureotelic) প্রাণী বলে। যেমন– মানুষসহ কিছু স্থলজ প্রাণী ও সামুদ্রিক প্রাণী।

যেসব প্রাণী ইউরিক এসিডকে রেচন পদার্থ হিসেবে ত্যাগ করে তাদের **ইউরিকোটেলিক** (uricotelic) প্রাণী বলে। যেমন– পতঙ্গ, গিরগিটি, সাপ, পাখি ইত্যাদি।

যেসব প্রাণী অ্যামোনিয়াকে রেচন পদার্থ হিসেবে ত্যাগ করে তাদের **অ্যামোনোটেলিক** (ammonotelic) প্রাণী বলে। যেমন– হাইড্রা, কেঁচো, চিংড়ি, রুই মাছ ইত্যাদি।

২। **পিত্তরঞ্জক** (Bile product) : যকৃতে পুরনো লোহিত রক্তকণিকা হিমোগ্লোবিনের ভাঙনের ফলে **বিলিরুবিন** ও **বিলিভারডিন** নামক পিত্তরঞ্জক উৎপন্ন হয়।

৩। **ঘাম** (Sweat) : ত্বকে অবস্থিত ঘামগ্রন্থি থেকে ঘাম উৎপন্ন হয়। এতে অতিরিক্ত পানি, খনিজ লবণ (NaCl) ও সামান্য পরিমাণ ইউরিয়া বিদ্যমান থাকে।

৪। **কার্বন ডাইঅক্সাইড** : শ্বসনের ফলে উৎপন্ন হয়।

৫। **লৌহ ও ক্যালসিয়ামঘটিত লবণ** : অন্ত্রে উৎপন্ন হয়।

মানুষের রেচনতন্ত্র (Excretory System of Human)

বিপাকের ফলে সৃষ্ট N_2 ঘটিত পদার্থ যে প্রক্রিয়ায় দেহ থেকে নিষ্কাশিত হয়, তাকে রেচন বলে। যে তন্ত্রের মাধ্যমে রেচনকার্য সম্পাদিত হয়, তাকে রেচনতন্ত্র বলে। মানুষের রেচনতন্ত্রটি এক জোড়া বৃক্ক, এক জোড়া ইউরেটার বা গবিনী, একটি মূত্রথলি বা মূত্রাশয় ও একটি মূত্রনালি নিয়ে গঠিত।

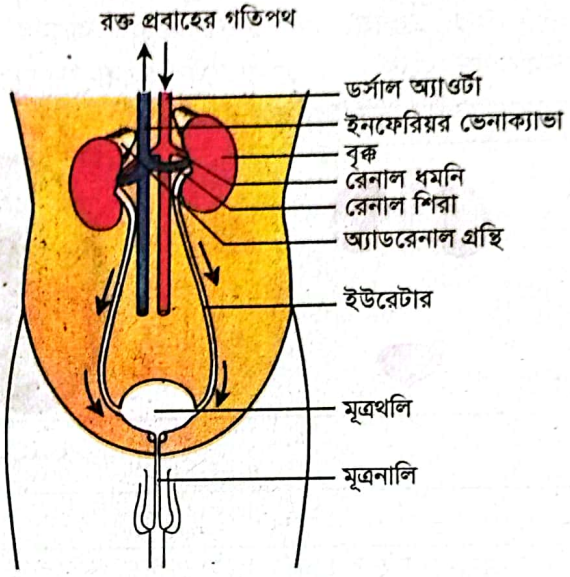
মানুষের রেচনতন্ত্রের বিভিন্ন অংশ

১। বৃক্ক (Kidney) : বৃক্কই মানুষের প্রধান রেচনঅঙ্গ। এ মাধ্যমেই দেহের শতকরা ৮০% রেচন পদার্থ নিষ্কাশিত হয়। বাকি ২০% রেচন পদার্থ বিভিন্ন ক্রিয়াকর্মে উৎপন্ন এবং বিভিন্ন অঙ্গের মাধ্যমে নিষ্কাশিত হয়।

কাজ : মূত্র উৎপাদন করা বৃক্কের প্রধান কাজ।

২। রেচননালি বা ইউরেটার (Ureter) : বৃক্কের হাইলাম অঞ্চল থেকে উৎপন্ন হয়ে যে নালি মূত্রথলিতে প্রবেশ করে তাকে ইউরেটার বলে। প্রতিটি ইউরেটারের দৈর্ঘ্য প্রায় ২৫-৩০ সে.মি। বৃক্কের মধ্যে ইউরেটার একটি ফানেলের মতো অংশ গঠন করে তাকে পেলভিস (pelvis) বলে।

কাজ : বৃক্কে উৎপন্ন মূত্র মূত্রথলিতে পরিবহন করে।



চিত্র ৬.১ : মানুষের রেচনতন্ত্র

৩। মূত্রথলি বা মূত্রাশয় (Urinary bladder) : এটি শ্রোণিগহ্বরে অবস্থিত অনৈচ্ছিক পেশি দিয়ে তৈরি পাতলা প্রাচীরবিশিষ্ট ত্রিকোনাকার থলিবিশেষ। এটি সংকোচন প্রসারণক্ষম। মূত্রথলির মূত্রধারণ ক্ষমতা ৭০০ -৭৫০ মিলিলিটার। তবে ২৮০-৩২০ মিলিলিটার মূত্র মূত্রথলিতে জমা হলেই মূত্র ত্যাগের ইচ্ছা জাগে।

কাজ : মূত্র সাময়িকভাবে জমা রাখে এবং নির্দিষ্ট সময় অন্তর অন্তর মূত্র নিষ্কাশন করে।

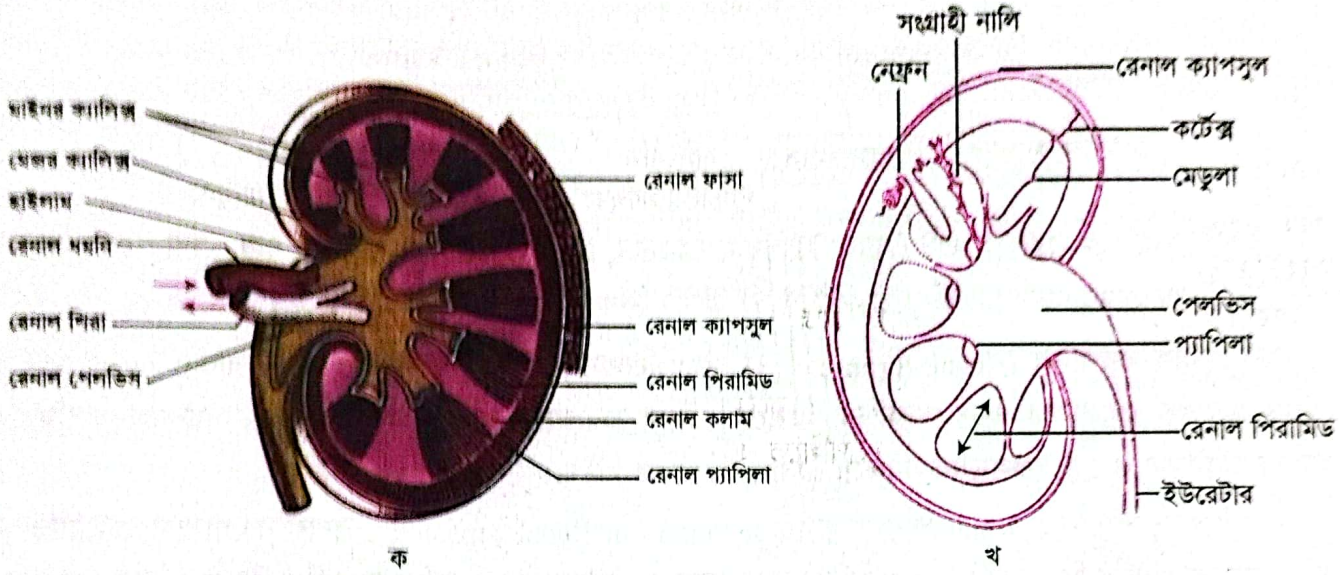
৪। মূত্রনালি বা ইউরেথ্রা (Urethra) : এটি মূত্রথলি থেকে উৎপন্ন হয়ে মূত্রছিদ্রের মাধ্যমে দেহের বাইরে উন্মুক্ত হয়। স্ত্রী ও পুরুষে মূত্রনালির গঠন, বৈশিষ্ট্য ও অবস্থানগত পার্থক্য বিদ্যমান। পুরুষে এটি ১৮-২০ সেন্টিমিটার লম্বা এবং লিঙ্গ বা শিশ্নের (penis) মধ্য দিয়ে অগ্রসর হয়ে লিঙ্গের প্রান্তের ছিদ্র পথে বাইরে উন্মুক্ত হয়। মূত্র ও বীর্য বহন করায় একে মূত্র-জনন নালি বা রেচন-জনন নালি বলে। স্ত্রীদের মূত্রনালিটি ৩.৫-৪ সেন্টিমিটার লম্বা এবং যোনি সংলগ্ন ছিদ্রপথে বাইরে উন্মুক্ত হয়। স্ত্রীদের ক্ষেত্রে এটিকে মূত্রনালি বা রেচন নালি বলা হয়।

কাজ : এটি মূত্রাশয় থেকে মূত্রকে দেহের বাইরে নিষ্কাশন করে। সঙ্গমকালে পুরুষের ক্ষেত্রে বীর্য স্খলিত হয়।

৬.১ বৃক্কের গঠন ও কাজ (Structure and Function of Kidney)

বৃক্কের বাহ্যিক গঠন : মানুষের প্রধান রেচন অঙ্গের নাম বৃক্ক। উদর গহ্বরে পেছনের দিকে মেরুদণ্ডের দু'পাশে বক্ষপিঞ্জরের নিচে ও পৃষ্ঠপ্রাচীর সংলগ্ন হয়ে দুটি বৃক্ক অবস্থান করে। বৃক্কের উর্ধ্বপ্রান্তে দ্বাদশ থোরাসিক কশেরুকার (T_{12}) নিচে এবং নিম্নপ্রান্ত তৃতীয় লাম্বার কশেরুকার (L_3) উপরে অবস্থিত। বাম বৃক্কটি ডান বৃক্কের কিছুটা উপরে অবস্থিত (উদর গহ্বরের যকৃতের অবস্থানের কারণে)। সাধারণত বাম বৃক্কটি ডান বৃক্কের চেয়ে কিছুটা বড়। বৃক্ক দুটি দেখতে অনেকটা শিম বীজের ন্যায় বা বাংলা পাঁচ (৫) সংখ্যার মতো। সজীব অবস্থায় বৃক্কের রং লালচে হলুদ। এর বাইরের দিক উত্তল এবং ভেতরের দিক অবতল। প্রতিটি বৃক্ক পেরিটোনিয়াম পর্দা (peritonium membrane) দ্বারা বেষ্টিত এবং মেসেন্টারি দ্বারা দেহপ্রাচীরের সঙ্গে আটকানো থাকে। বৃক্কের অবতল অংশের ভাঁজকে বৃক্কনাভি বা হাইলাম (hilum) বা হাইলাস (hilus) বলে। হাইলামের মাধ্যমে বৃক্কীয় বা রেনাল ধমনি ও স্নায়ু বৃক্কে প্রবেশ করে এবং ইউরেটার ও বৃক্কীয় বা রেনাল শিরা বৃক্ক থেকে বের হয়। মানুষের বৃক্ক দৈর্ঘ্যে প্রায় ১০-১২ সেন্টিমিটার, প্রস্থে প্রায় ৫-৬ সেন্টিমিটার এবং পুরুত্বে প্রায় ৩ সেন্টিমিটার হয়।

পুরুষ মানুষের একটি বৃক্ক ওজনে ১৫০-১৭০ গ্রাম এবং স্ত্রীলোকের ১৩০-১৫০ গ্রাম হয়। সমগ্র বৃক্ক যোজক কলা নির্মিত যে ক্যাপসুলে আবৃত থাকে তাকে **রেনাল ক্যাপসুল বা টিউনিকা ফাইব্রোসা** (renal capsule or tunica fibrosa) বলে। এ আবরণের বাইরে **রেনাল ফাসা** (renal fascia) নামক চর্বিযুক্ত তন্তুময় আবরণ থাকে যা বৃক্ককে যে কোনো ঘর্ষণ হতে রক্ষা করে। বৃক্কের অগ্রপ্রান্তে **অ্যাডরেনাল গ্রন্থি** (adrenal gland) টুপির মতো আচ্ছাদন করে অবস্থান করে।



চিত্র ৬.২ : মানুষের বৃক্কের লম্বচ্ছেদ (ক ও খ)

বৃক্কের অন্তর্গঠন : বৃক্কের লম্বচ্ছেদে প্রতিটি অর্ধাংশে দুটি অংশ দেখা যায়। বাইরের দিকের রেনাল ক্যাপসুল সংলগ্ন অংশকে **রেনাল কর্টেক্স** (renal cortex) এবং ভেতরের দিকের অংশকে **রেনাল মেডুলা** (renal medulla) বলে। বৃক্কের কর্টেক্স অংশ **ঈষৎ বাদামি** রঙের এবং মেডুলা অংশ **গাঢ় বাদামি** বা **ঈষৎ কালচে** রঙের হয়। কর্টেক্সের বাইরের দুই-তৃতীয়াংশকে **সুপারফিশিয়াল কর্টেক্স** (superficial cortex) এবং ভেতরের এক-তৃতীয়াংশকে **জাক্সটামেডুলারি কর্টেক্স** (juxtamedullary cortex) বলে। বৃক্কের কর্টেক্সে নেফ্রনের রেনাল করপাসল, প্রক্সিমাল প্যাঁচানো নালিকা ও ডিস্টাল প্যাঁচানো নালিকা ঘনিষ্টভাবে অবস্থান করে। বৃক্কের মেডুলা অংশ নেফ্রনের হেনলির লুপ এবং সংগ্রাহক নালিকা ও রক্তজালিকা নিয়ে গঠিত। মেডুলা অংশ ত্রিভুজাকৃতির কতগুলো (৮-১৮টি) **রেনাল পিরামিড** (renal pyramids) নিয়ে গঠিত। রেনাল পিরামিডের ফাঁকে ফাঁকে কর্টেক্সের যে অংশ বিস্তৃত থাকে তাকে **রেনাল কলাম বা বার্টিনির রেনাল স্তম্ভ** (renal columns of Bertini) বলে। রেনাল পিরামিডের শীর্ষকে **রেনাল প্যাপিলা** (renal papilla) বলে।

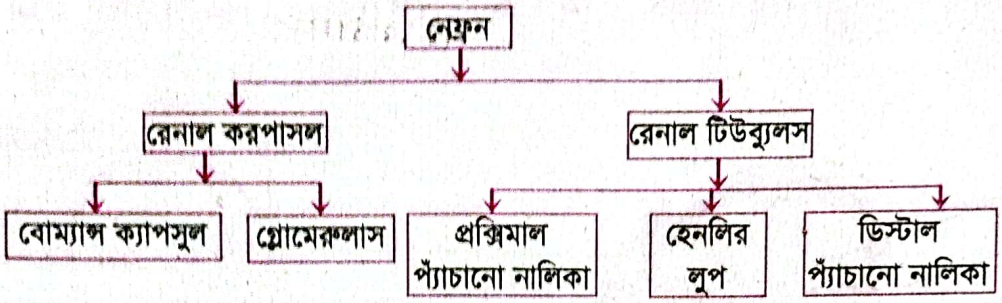
এটি ক্রমশ সরু হয়ে নালিকাকার ধারণ করে। এ নালিকাকে **ক্যালিক্স মাইনর** (calyx minor) বলে। কয়েকটি ক্যালিক্স মাইনর যুক্ত হয়ে **ক্যালিক্স মেজর** (calyx major) গঠন করে। এগুলো রেচননালির উর্ধ্ব প্রান্তের স্ফীত অংশ **রেনাল পেলভিসের** (renal pelvis) সাথে সংযুক্ত থাকে এবং পরিশেষে রেচন নালি বা **ইউরেটার** (ureter) পর্যন্ত বিস্তৃত হয়। একজোড়া **রেনাল ধমনির** (renal artery) মাধ্যমে বৃক্কে রক্ত প্রবেশ করে এবং একজোড়া **রেনাল শিরার** (renal vein) মাধ্যমে বৃক্ক হতে রক্ত বের হয়ে যায়। প্রতিটি বৃক্ক অসংখ্য (প্রায় ১০-১২ লাখ) **নেফ্রন** নিয়ে গঠিত।

❑ **কাজ :** মানুষের বৃক্কের লম্বচ্ছেদের চিত্র পোস্টারে এঁকে শিক্ষককে দেখাও।

বৃক্কের সূক্ষ্ম গঠন : নেফ্রন (Ultra structure of kidney : Nephron)

বৃক্কের গঠনগত ও কার্যগত এককে নেফ্রন বলে। মানুষের প্রতিটি বৃক্কে প্রায় ১০ লাখ থেকে ১২ লাখ নেফ্রন রয়েছে। প্রতিটি নেফ্রনের দৈর্ঘ্য প্রায় ৩-৫ সেন্টিমিটার। এ হিসেবে প্রত্যেক বৃক্কের নেফ্রনগুলো পরপর জুড়ে দিলে ৩৬ কি.মি. (প্রায় ২২.৫ মাইল) এরও বেশি লম্বা হবে। বৃক্কে থাকা নেফ্রনের অবিরত কাজের ফলে প্রতি মিনিটে প্রায় ১২৫ ঘন সে. মি. তরল রক্ত পরিস্রুত হয়। এর প্রায় ৯৯% পানিই বিশোধিত হয়ে আবার রক্তে ফিরে যায়। সাধারণত প্রতি ঘন সেমি.

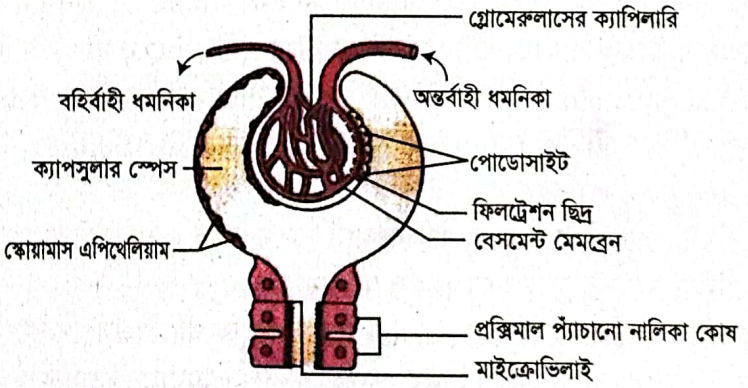
মূত্র সৃষ্টি হতে সময় লাগে প্রায় ১ মিনিট। প্রকৃতপক্ষে বৃক্কের কার্যাবলি হলো সকল নেফ্রনের কাজের সমষ্টি। মূত্র সৃষ্টির প্রক্রিয়া মূলত নেফ্রনেই সংঘটিত হয়। তোমরা নবম ও দশম শ্রেণিতে নেফ্রন সম্পর্কে পড়েছ। তাই সংক্ষিপ্ত আকারে বর্ণনা দেওয়া হলো।



একটি নেফ্রনকে প্রধানত ২টি (স্যার উইলিয়াম বোম্যান, ১৮৪২) অংশে ভাগ করা যায়, যথা– **(ক) রেনাল করপাসল** (Renal corpuscle) এবং **(খ) রেনাল টিউব্যুলস** (Renal tubules)।

(ক) রেনাল করপাসল (Renal corpuscle) বা **মালপিজিয়ান করপাসল** বা **মালপিজিয়ান বডি :** বৃক্কের কর্টেক্স অঞ্চলে অবস্থিত গোলাকার থলে আকৃতির অংশকে **রেনাল করপাসল** বলে। ইহা নেফ্রনের অগ্রভাগে অবস্থিত। **বোম্যান্স ক্যাপসুল** ও **গ্লোমেরুলাসের** সমন্বয়ে রেনাল করপাসল গঠিত।

১। **বোম্যান্স ক্যাপসুল বা রেনাল ক্যাপসুল** (Bowman's or Renal capsule) : রেনাল করপাসলে গ্লোমেরুলার কৈশিক জালিকা গুচ্ছকে ঘিরে অবস্থিত ০.২ মিলিমিটার ব্যাসের ও আঁইশাকার এপিথেলিয়ামে গঠিত দ্বিস্তরী বাটি বা পেয়ালার মতো প্রসারিত অংশকে **বোম্যান্স ক্যাপসুল** বলে। এটি নেফ্রনের বদ্ধ, পেয়ালাকৃতির স্ফীত প্রান্ত, যা গ্লোমেরুলাসকে আবৃত করে রাখে। এটি বাইরের দিকে **প্যারাইটাল স্তর** (parietal layer) এবং ভেতরের দিকে **ভিসেরাল স্তর** (visceral layer) নামক দুটি একক স্তর দিয়ে গঠিত এবং দুই স্তরের মাঝে **ক্যাপসুলার স্পেস** নামক সংকীর্ণ গহ্বর থাকে। প্যারাইটাল স্তরটি **স্কোয়ামাস এপিথেলিয়াল কোষ** এবং ভিসেরাল স্তরটি **পোডোসাইট** (podocyte) নামক বিশেষ ধরনের প্রবর্ধনযুক্ত কোষে গঠিত। পোডোসাইট কোষ থেকে যে ক্ষণপদ নির্গত হয়েছে তাদের **পেডিসেল** (pedicels) বলে। দুটি পেডিসেলের মাঝখানে যে ফাঁকা স্থানগুলো থাকে তাদের **পরিস্রাবণ ছিদ্র** (filtering slits or Slit pore) বলে। এই ছিদ্রের মাধ্যমে **পরিস্রাবণ** প্রক্রিয়াটি ঘটে।



চিত্র ৬.৩.১ : একটি রেনাল করপাসল

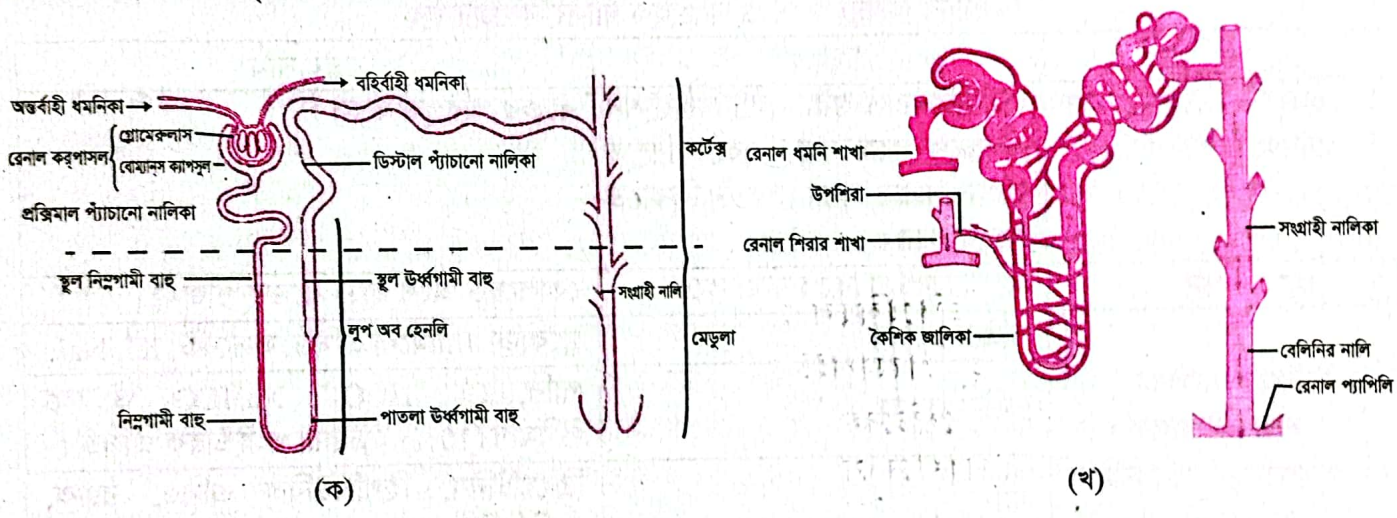
২। **গ্লোমেরুলাস** (Glomerulus) : বোম্যান্স ক্যাপসুলের অভ্যন্তরে কৈশিক জালিকার গুচ্ছকে **গ্লোমেরুলাস** বলে। বৃক্কীয় বা রেনাল ধমনি থেকে সৃষ্ট একটি ক্ষুদ্র **অন্তর্বাহী** বা **অ্যাফারেন্ট ধমনিকা** (afferent arteriole) বোম্যান্স ক্যাপসুলে প্রবেশ করে এবং ৫০-৬০টি কৈশিক জালিকায় বিভক্ত হয়ে **গ্লোমেরুলাস** গঠন করে। কৈশিক জালিকাগুলো পুনরায় মিলিত হয়ে **বহির্বাহী** বা **ইফারেন্ট ধমনিকা** (efferent arteriole) রূপে বোম্যান্স ক্যাপসুল থেকে বের হয়ে **রেনাল টিউব্যুলস**-এর চারদিকে সূক্ষ্ম কৈশিক জালিকা গঠন করে। **অন্তর্বাহী ধমনিকার ব্যাস বহির্বাহী ধমনিকার চেয়ে বেশি হওয়ার কারণে গ্লোমেরুলাসে সর্বদা উচ্চ রক্তচাপ বজায় থাকে।**

কাজ : রেনাল করপাসলে রক্তের আল্ট্রাফিলট্রেশন বা অতি সূক্ষ্ম ছাঁকন ঘটে এবং রক্ত হতে রেচন বর্জ্য, পানিসহ অন্যান্য দ্রব্য পরিস্রুত হয়ে **গ্লোমেরুলারস ফিলট্রেট** (glumerulars filtrate) হিসেবে বোম্যান্স ক্যাপসুলে জমা হয়।

(খ) বৃক্কীয় বা রেনাল নালিকা বা রেনাল টিউব্যুলস (Renal tubules) : এটি রেনাল করপাসলের পরবর্তী অংশ। প্রতিটি রেনাল টিউব্যুলস প্রায় ৩ সেন্টিমিটার লম্বা এবং গড় ব্যাস প্রায় ৬০ মাইক্রোমিটার বিশিষ্ট সূক্ষ্ম নালিকা। এর কোনো অংশ প্যাঁচানো, কোনো অংশ সোজা। একে ৩টি অংশে ভাগ করা যায়। যথা–

১। **প্রক্সিমাল (নিকটবর্তী) প্যাঁচানো নালিকা** (Proximal convoluted tubule) : বোমান্স ক্যাপসুলের পরবর্তী প্যাঁচানো দীর্ঘ নালিকাকে **প্রক্সিমাল প্যাঁচানো নালিকা** বলে। এটি প্রায় ১৪ মিলিমিটার লম্বা, প্যাঁচানো অংশ। ইহা কর্টেক্স অঞ্চলে অবস্থান করে। এ নালিকার মাধ্যমে গ্লোমেরুলার ফিলট্রেট **হেনলির লুপে** পরিবাহিত হয়। এ নালিকা কিউবয়ডাল (cuboidal) বা ঘনতলাকার একস্তর এপিথেলিয়াল কোষ দ্বারা গঠিত। কোষগুলোর একপ্রান্তে অসংখ্য **মাইক্রোভিলাই** (microvilli) যুক্ত, যা ব্রাশ বর্ডার (brush border) নামে পরিচিত এবং অন্য প্রান্তটি ভেতরের দিকে ভাঁজ হয়ে ব্যাসাল চ্যানেল তৈরি করে।

২। **হেনলির লুপ** (Loop of Henle) বা **নেফ্রন ফাঁস** : প্রক্সিমাল প্যাঁচানো নালিকার শেষ প্রান্ত সোজা হয়ে মেডুলা অঞ্চলে প্রবেশ করে ও একটি লুপ বা ফাঁস গঠন করে পুনরায় কর্টেক্স অঞ্চলে ফিরে আসে। আবিষ্কারক **ফ্রেডরিখ হেনলির** (Friedrich Henle) নামানুসারে একে **হেনলির লুপ** বলে। হেনলির লুপ দেখতে অনেকটা ইংরেজি U অক্ষরের মতো। এটি দৈর্ঘ্যে প্রায় ২০ মিলিমিটার। হেনলির লুপে দুটি অংশ দেখা যায়, যথা– **নিম্নগামী বাহু** (descending limb, এর দুটি অংশ- স্থূল নিম্নগামী বাহু ও পাতলা নিম্নগামী বাহু) ও **উর্ধ্বগামী বাহু** (ascending limb, এর দুটি অংশ- পাতলা উর্ধ্বগামী বাহু ও স্থূল উর্ধ্বগামী বাহু)। নিম্নগামী বাহুটি প্রক্সিমাল প্যাঁচানো নালিকার শেষ প্রান্ত থেকে মেডুলার অভ্যন্তর পর্যন্ত বিস্তৃত এবং উর্ধ্বগামী বাহু কর্টেক্স অঞ্চলে অবস্থিত। এর স্থূলপ্রাচীর বিশিষ্ট বাহু কিউবয়ডাল এপিথেলিয়াল কোষ এবং সরু বাহু স্কোয়ামাস এপিথেলিয়াম দ্বারা গঠিত।



চিত্র : ৬.৩.২ : একটি নেফ্রনের বিভিন্ন অংশ : (ক) কৈশিক জালিকাবিহীন সরলচিত্র ও (খ) কৈশিক জালিকাযুক্ত

৩। **ডিস্টাল (দূরবর্তী) প্যাঁচানো নালিকা** (Distal convoluted Tubule) : হেনলির লুপের উর্ধ্ববাহুর পরবর্তী প্যাঁচানো দীর্ঘ নালিকে **ডিস্টাল প্যাঁচানো** নালিকা বলে। এটি দৈর্ঘ্যে প্রায় ৫ মিলিমিটার। ইহা বৃক্কের কর্টেক্সে অবস্থান করে। এর শেষ প্রান্ত সংগ্রাহী বা সংগ্রাহক নালিকায় উন্মুক্ত হয়। এর প্রাচীর একস্তরী কিউবয়ডাল এপিথেলিয়াম কোষ দিয়ে গঠিত।

বৃক্কীয় নালিকার কাজ : গ্লোমেরুলাস পরিস্রুত তরল থেকে দেহের প্রয়োজনীয় বস্তু সক্রিয় শোষণ পদ্ধতিতে শোষণ করে। রেনাল টিউব্যুলসের নিকটবর্তী ও দূরবর্তী নালিকা **সূক্ষ্ম কৈশিক জালিকা 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।

সংগ্রাহক বা সংগ্রাহী নালিকা (Collecting duct) : নেফ্রনের ডিস্টাল প্যাঁচানো নালিকা পরবর্তী যে সোজা নালির সাথে যুক্ত থাকে তাকে **সংগ্রাহক** বা **সংগ্রাহী নালিকা** বলে। এটি দৈর্ঘ্যে প্রায় ২০ মিলিমিটার। একটি সংগ্রাহক নালিতে কয়েকটি নেফ্রন যুক্ত থাকে। এর কিছু অংশ কর্টেক্সে এবং কিছু অংশ মেডুলাতে অবস্থান করে। এর প্রাচীর একস্তরী ঘনতলাকার কোষে গঠিত। কয়েকটি সংগ্রাহক নালি মিলিত হয়ে **ডাক্ট অব বেলিনি** (duct of Bellini) নামের সাধারণ নালি গঠন করে। বেলিনির নালিগুলো রেনাল পিরামিডের শীর্ষভাগে **বেলিনির ছিদ্র** বা রেনাল প্যাপিলার মাধ্যমে বৃক্কের পেলভিসে উন্মুক্ত হয়।

নেফ্রনের কাজ (Functions of Nephron) : নেফ্রনের প্রধান কাজ হলো মূত্র উৎপাদন করা। অতিসূক্ষ্ম ছাঁকন, পুনঃশোষণ, ক্ষরণ ও নতুন পদার্থ উৎপাদনের মাধ্যমে নেফ্রন মূত্র উৎপাদন করে।

১। **অতিসূক্ষ্ম ছাঁকন (Ultrafiltration) :** নেফ্রন এর রেনাল করপাসলের গ্লোমেরুলাস অতিসূক্ষ্ম ছাঁকনরূপে কাজ করে। এটি রক্ত থেকে কোলয়েড অংশ ছাড়া বাকি উপাদানগুলোকে পরিস্রুত করে বোম্যান্স ক্যাপসুলে পাঠায়। পরিস্রুত এই তরলকে গ্লোমেরুলার ফিলট্রেটও বলে।

২। **পুনঃশোষণ (Re-absorption) :** বৃক্কীয় বা রেনাল নালিকা গ্লোমেরুলারস ফিলট্রেট থেকে দেহের প্রয়োজনীয় অধিকাংশ অংশ, বিশেষ করে গ্লুকোজ, অ্যামিনো এসিড, অধিকাংশ খনিজ লবণ এবং পানির বেশিরভাগ অংশ পুনরায় শোষণ করে রক্তে ফেরত পাঠায়। ADH (Anti Diuretic Hormone) পানি পুনঃশোষণে সাহায্য করে। ফলে প্রয়োজনীয় এই উপাদানগুলো সাধারণভাবে মূত্রে থাকে না।

৩। **টিউব্যুলার ক্ষরণ (Tubular secretion) :** বৃক্কীয় নালিকা রক্তের কিছু অপ্রয়োজনীয় উপাদান ক্ষরণ করে নালিকাগহ্বরে মুক্ত করে। এই উপাদানগুলো হলো প্রধানত সালফারঘটিত যৌগ, ক্রিয়েটিনিন, K^+, NH_4^+, বিভিন্ন রকম জৈব এসিড ইত্যাদি।

৪। **নতুন পদার্থ উৎপাদন (Formation of new substances) :** বৃক্কীয় নালিকার এপিথেলীয় কোষ দ্বারা বিভিন্ন ক্ষতিকারক যৌগ উৎপন্ন হয়ে নালিকাগহ্বরে মুক্ত হয় এবং মূত্রের মাধ্যমে দেহ থেকে নির্গত হয়। এই যৌগগুলো হলো– অ্যামোনিয়া, হিপপিউরিক এসিড, অজৈব ফসফেট ইত্যাদি।

৫। **pH মাত্রা নিয়ন্ত্রণ (Balancing of pH) :** দেহস্থিত pH এর মাত্রা নিয়ন্ত্রণ করে।

নেফ্রনের বিভিন্ন অংশ ও সংগ্রাহক নালির কাজের ছক

নেফ্রনের অংশ	কাজ	বস্তুর নাম
১। বোম্যান্স ক্যাপসুল বা রেনাল ক্যাপসুল	এর ভিসেরাল স্তর আলট্রাফিলট্রেশন অঙ্গরূপে কাজ করে এবং পরিস্রুত তরল সংগ্রহ করে বৃক্ক নালিকাতে প্রেরণ করে।	রক্তের পরিস্রুত তরল।
২। গ্লোমেরুলাস	আলট্রাফিল্টার রূপে কাজ করে	কোলয়েড অংশ ছাড়া রক্তের প্লাজমা।
৩। বৃক্কীয় নালিকা বা রেনাল টিউব্যুলস : (i) প্রক্সিমাল প্যাঁচানো নালিকা	সক্রিয় শোষণ	গ্লুকোজ, অ্যামিনো এসিড, ফসফেট, K^+, Na^+.
	নিষ্ক্রিয় শোষণ	পানি, Cl^-, HCO_3^-, $NaHCO_3$ ও স্বল্প পরিমাণ (10%) ইউরিয়া ও ইউরিক এসিড।
	ক্ষরণ	ক্রিয়েটিনিন, হিপপিউরিক এসিড, রঞ্জক, পেনিসিলিনসহ ড্রাগস, H^+ ও NH_3।
(ii) হেনলির লুপ	সক্রিয় শোষণ	K^+, Na^+, Cl^-, ইউরিয়া, Ca^{++}, Mg^{++}
	নিষ্ক্রিয় শোষণ	পানি
	ক্ষরণ	ইউরিয়া
(iii) ডিস্টাল প্যাঁচানো নালিকা	শোষণ	পানি, Na^+
	ক্ষরণ	H^+, K^+, NH_3
সংগ্রাহক বা সংগ্রাহী নালি	সক্রিয় শোষণ	K^+
	নিষ্ক্রিয় শোষণ	পানি, Na^+
	ক্ষরণ	K^+, H^+, HCO_3^-, NH_3
	পরিস্রুত ও পুনঃশোষিত তরল সংগ্রহ করে ইউরেটারে প্রেরণ।	-

বৃক্কে রক্ত সরবরাহ : রেনাল ধমনির মাধ্যমে রক্ত সরাসরি বৃক্কে প্রবেশ করে। রেনাল ধমনি শাখান্বিত হয়ে অ্যাফারেন্ট ধমনিকা উৎপন্ন করে যা রক্তকে ফিলট্রেশন স্থানে অর্থাৎ গ্লোমেরুলাসে পরিবহন করে। গ্লোমেরুলাস প্রকৃতপক্ষে একগুচ্ছ কৈশিক জালিকা যা সব শেষে যুক্ত হয়ে একটি ইফারেন্ট ধমনিকা সৃষ্টি করে, যা রক্তকে গ্লোমেরুলাসের বাইরে পরিবহন করে। রেনাল ক্যাপসুল থেকে বেরিয়ে ইফারেন্ট ধমনিকা রেনাল টিবিউল-এর (অর্থাৎ

প্রক্সিমাল প্যাঁচানো নালিকা, লুপ অব হেনলি ও ডিস্টাল প্যাঁচানো নালিকা) চারপাশে একটি বিস্তৃত কৈশিক জালিকা বা **পেরিটিউবুলার নেটওয়ার্ক অব ক্যাপিলারিস** সৃষ্টি করে। পরবর্তীতে এই কৈশিক জালিকা মিলিত হয়ে ভেনিউলের (উপশিরা) সৃষ্টি হয়। প্রতিটি বৃক্কের ভেনিউল মিলিত হয়ে একটি একক রেনাল শিরা গঠন করে যা বৃক্ক থেকে পরিষ্কার রক্ত ইনফিরিয়র ভেনাক্যাভার মাধ্যমে সংবহনতন্ত্রে প্রেরণ করে।

নেফ্রনের প্রকারভেদ : বৃক্কের কর্টেক্সে নেফ্রনের মালপিজিয়ান বডি বা রেনাল করপাসলের অবস্থানের ভিত্তিতে মানুষের নেফ্রন ৩ প্রকার, যথা–

১। **সুপারফিসিয়াল কর্টিক্যাল নেফ্রন** (Superficial cortical nephrons) : এদের রেনাল করপাসল বৃক্কের কর্টেক্সের পরিধির দিকে এক মিলিমিটারের মধ্যে অবস্থান করে। বৃক্কের ৮৫% নেফ্রনই এ প্রকৃতির। এদের হেনলির লুপ খাটো এবং এগুলো ছোট আকৃতির হয়। স্বাভাবিক অবস্থায় এরা মূত্র উৎপাদন করে।

২। **মিড কর্টিক্যাল নেফ্রন** (Midcortical nephrons) : এদের রেনাল করপাসল কর্টেক্সের মাঝামাঝিতে অবস্থান করে। এদের হেনলির লুপ খাটো বা লম্বা হয়ে থাকে। বৃক্কের মাত্র ৫% নেফ্রন এ প্রকৃতির।

৩। **জাক্সটামেডুলারি নেফ্রন** (Juxtamedullary nephrons) : এদের রেনাল করপাসল কর্টেক্সের গভীরে কর্টেক্স-মেডুলার সংযোগস্থলের ওপরে অবস্থান করে। বৃক্কের মাত্র ১০% নেফ্রন এ প্রকৃতির। এদের হেনলির লুপ লম্বা এবং এগুলো তুলনামূলকভাবে বড় আকৃতির হয়। এরা জরুরি অবস্থায় মূত্র উৎপাদন করে।

বৃক্কের কাজ : মূত্র উৎপাদন বৃক্কের প্রধান কাজ হলেও এটি নিম্নলিখিত বিভিন্ন কাজ সম্পন্ন করে থাকে।

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

২। **পানি সাম্যতা রক্ষা বা অসমোরেগুলেশন :** বৃক্ক দেহে এবং রক্তে পানির ভারসাম্য রক্ষা করে।

৩। **অন্যান্য পদার্থের অপসারণ :** বৃক্ক হতে বিভিন্ন টক্সিক পদার্থ, ভেষজ পদার্থ, রঞ্জক, অতিরিক্ত ভিটামিন, ওষুধ ও হরমোন বহিষ্কৃত হয়; বৃক্কের মাধ্যমে রক্ত থেকে অতিরিক্ত চিনি ও অ্যামিনো এসিড অপসারিত হয়।

৪। **pH এর নিয়ন্ত্রণ :** বৃক্ক দেহের বিভিন্ন তরলের pH নিয়ন্ত্রণের মাধ্যমে দেহে অম্ল-ক্ষারের ভারসাম্য রক্ষা করে।

৫। **লবণের সাম্যতা নিয়ন্ত্রণ :** বৃক্ক রক্তের সোডিয়াম, পটাশিয়াম, ক্যালসিয়াম ইত্যাদি খনিজ লবণের সাম্যতা নিয়ন্ত্রণ করে।

৬। **অভিস্রবণ নিয়ন্ত্রণ :** বৃক্ক দেহে রক্ত ও কোষ-কলার অভিস্রবণিক চাপ নিয়ন্ত্রণ করে।

৭। **রক্তচাপ নিয়ন্ত্রণ :** বৃক্ক দেহের সাম্যতা বজায় রাখে, ফলে দেহের রক্তচাপ নিয়ন্ত্রণে থাকে।

৮। **রক্তের উপাদান নির্দিষ্ট রাখা :** বৃক্ক রক্তের রক্তরস ও রক্তকণিকার পরিমাণ নির্দিষ্ট রাখে।

৯। **হরমোন উৎপাদন :** বৃক্কে **এরিথ্রোপয়েটিন** (erythropoietin), **প্রোস্টাগ্ল্যান্ডিন** (prostaglandin) এবং **অ্যানজিওটেনসিন** (angiotensin) হরমোন উৎপন্ন হয়। এরিথ্রোপয়েটিন **এরিথ্রোসাইট** (RBC) উৎপাদনে উদ্দীপনা জোগায়।

১০। **এনজাইম ক্ষরণ :** বৃক্ক **রেনিন** (renin) নামক একপ্রকার এনজাইম ক্ষরণ করে যার কার্যকারিতা হরমোনের মতো।

১১। **হোমিওস্ট্যাসিস** (Homeostasis) : বৃক্ক রক্ত থেকে বিভিন্ন অপ্রয়োজনীয় বস্তু অপসারিত করে দেহের অভ্যন্তরীণ পরিবেশকে স্থিতাবস্থায় রাখে।

১২। **গ্লাইকোনিওজেনেসিস** (Glyconeogenesis) : দেহে শর্করার অভাব ঘটলে বৃক্ক গ্লাইকোনিওজেনেসিস প্রক্রিয়ায় প্রোটিন ও লিপিড থেকে শর্করা উৎপাদন করে। বৃক্ক এসময় প্রায় ২০% গ্লুকোজ সরবরাহ করতে পারে।

[**তথ্য :** বৃক্কীয় এনজাইম রেনিন অ্যানজিওটেনসিনোজেনকে (angiotensinogen-যকৃতে উৎপন্ন ও প্লাজমায় অবস্থিত একধরনের প্রোটিন) **অ্যানজিওটেনসিন-I** (angiotensin-I)-তে রূপান্তরিত করে। অ্যানজিওটেনসিন-I ফুসফুসীয় জালকে Angiotensin Converting Enzyme (ACE) দ্বারা **অ্যানজিওটেনসিন-II** তে পরিণত হয় অ্যানজিওটেনসিন-II অ্যাড্রিনাল কর্টেক্স থেকে **অ্যালডোস্টেরন** (aldosterone) হরমোন ক্ষরণে উদ্দীপনা দান করে এই হরমোন নেফ্রনের কোষকে উদ্দীপিত করে Na+ পুনঃশোষণ হার বৃদ্ধি করে।]

১৩। **পুনঃশোষণ :** বৃক্ক দেহে পানি, গ্লুকোজ ও অ্যামিনো এসিড পুনঃশোষণের সাথে জড়িত।

❑ **কাজ :** (i) মানুষের বৃক্কের চিত্রসহ অন্তর্গঠন বর্ণনা কর। (ii) মানুষের বৃক্কের লম্বচ্ছেদের চিত্র এঁকে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর। (iii) বৃক্কের গাঠনিক এককের চিহ্নিত চিত্র অঙ্কন কর। (iv) বৃক্কের গাঠনিক এককের বর্ণনা দাও। (v) বৃক্কের গাঠনিক ও কার্যিক এককের গুরুত্ব বর্ণনা কর। (vi) বৃক্কের ভূমিকা বিশ্লেষণ কর।

নেফ্রন ও নিউরনের পার্থক্য

নেফ্রন	নিউরন
১। নেফ্রন শুধু বৃক্কে অবস্থান করে।	১। নিউরন দেহের সর্বত্রই বিদ্যমান।
২। বৃক্কের গঠন ও কার্যের একক।	২। স্নায়ুতন্ত্রের গঠন ও কার্যের একক।
৩। রেনাল করপাসল (বোম্যান্স ক্যাপসুল ও গ্লোমেরুলাস) ও রেনাল টিউব্যুলস (প্রক্সিমাল প্যাঁচানো নালিকা, লুপ অব হেনলি এবং ডিস্টাল প্যাঁচানো নালিকা) নিয়ে গঠিত।	৩। কোষদেহ, ডেনড্রাইট ও অ্যাক্সন নিয়ে গঠিত।
৪। রক্ত থেকে N_2 ঘটিত বর্জ্য পৃথক করে মূত্র তৈরি করে।	৪। মস্তিষ্কের দিকে বা মস্তিষ্ক থেকে উদ্দীপনা পরিবহন করে।
৫। ভ্রূণীয় মেসোডার্ম থেকে উৎপন্ন হয়।	৫। ভ্রূণীয় এক্টোডার্ম থেকে উৎপন্ন হয়।

মালপিজিয়ান বডি ও মালপিজিয়ান নালিকার মধ্যে পার্থক্য

মালপিজিয়ান বডি/করপাসল	মালপিজিয়ান নালিকা
১। মানবদেহের রেচনঅঙ্গ বৃক্কে অবস্থিত নেফ্রনের উপরের পেয়ালাকৃতির অংশ।	১। ঘাসফড়িং ও আরশোলাসহ অন্যান্য কীটপতঙ্গে রেচনঅঙ্গ যা মেসেন্টেরন ও প্রোক্টোডিয়ামের সংযোগস্থলে অবস্থিত।
২। গোলাকার গঠন; বোম্যান্স ক্যাপসুল ও গ্লোমেরুলাস নামক কৈশিক জালিকাগুচ্ছ নিয়ে গঠিত।	২। নলাকার নালি; একস্তরবিশিষ্ট কোষ দ্বারা গঠিত।
৩। এদের সংখ্যা প্রতি বৃক্কে ১০-১২ লাখ।	৩। এদের সংখ্যা ৬০-১০০টি।
৪। রক্ত থেকে আল্ট্রাফিলট্রেশনের মাধ্যমে গ্লোমেরুলার ফিলট্রেট তৈরি করে।	৪। হিমোলিম্ফ থেকে ইউরেট ও ইউরিক এসিড শোষণ করে খাদ্যনালিতে প্রেরণ করে।

Rennin (রেনিন) ও Renin (রেনিন) এর মধ্যে পার্থক্য

Rennin (রেনিন)	Renin (রেনিন)
১। এটি পাকস্থলীর পেপটিক কোষ থেকে ক্ষরিত হয়।	১। এটি বৃক্কের জাক্সটাগ্লোমেরুলার কোষ থেকে ক্ষরিত হয়।
২। এটি প্রোটিন পরিপাককারী এনজাইম।	২। এটি এনজাইম হলেও হরমোন হিসেবে কাজ করে।
৩। এটি প্রোরেনিন রূপে নিঃসৃত হয়ে HCl-এর সহায়তায় রেনিনে (rennin) পরিণত হয়।	৩। এটি রেনিন (renin) রূপে নিঃসৃত হয়।
৪। দুগ্ধ প্রোটিন ক্যাসিনকে পরিপাকে সাহায্যে করে।	৪। এটি অ্যানজিওটেনসিনোজেনকে অ্যানজিওটেনসিন-I-এ পরিণত করে। অতঃপর Na+ পুনঃশোষণ হার বৃদ্ধি করে রক্তচাপ নিয়ন্ত্রণে ভূমিকা রাখে।

৬.২ রেচনের শারীরবৃত্ত (Physiology of Excretion)

যে শারীরবৃত্তীয় প্রক্রিয়ায় দেহ থেকে নাইট্রোজেনঘটিত বর্জ্য পদার্থ নিষ্কাশিত হয় তাকে রেচন (excretion) **বলে**। রক্তরসই মূত্র সৃষ্টির একমাত্র উৎস; কিন্তু রক্তরস ও মূত্রের উপাদানের মধ্যে পার্থক্য অনেক। দেহে আমিষ জাতীয় খাদ্য বিপাকের ফলে নাইট্রোজেনঘটিত বর্জ্য সৃষ্টি হয়। এসব বর্জ্য পদার্থ দেহের জন্য খুবই ক্ষতিকর এবং ইহা অবশ্যই দেহ থেকে নিষ্ক্রান্ত হতে হয়। মানুষের প্রধান নাইট্রোজেনঘটিত **রেচন বর্জ্য** হলো- **ইউরিয়া, ইউরিক এসিড, অ্যামোনিয়া, ক্রিয়েটিনিন, ক্রিয়েটিন** ইত্যাদি। এদের মধ্যে ইউরিয়ার পরিমাণ সর্বাধিক এবং ইহা মূত্রের সাথে দেহ থেকে বের হয়ে যায়। যকৃতে ইউরিয়া সৃষ্টি হয় এবং রক্ত দ্বারা পরিবাহিত হয়ে বৃক্কে পৌছায়। বৃক্কে মূত্র তৈরি হয়। রেচনে এরূপ ইউরিয়ার আধিক্য থাকাকে **ইউরিটেলিজম** (ureotelism) বলে। মানুষ ইউরিওটেলিক প্রাণী (ureotelic animal) বলা হয়। রেচনের শারীরবৃত্তকে দুটি ধাপে আলোচনা করা যায়। যথা– **১। নাইট্রোজেনঘটিত বর্জ্যের উৎপত্তি ও ২। মূত্র তৈরির প্রক্রিয়া।**

১। নাইট্রোজেন ঘটিত বর্জ্যের উৎপত্তি (Production of Nitrogenous Waste)

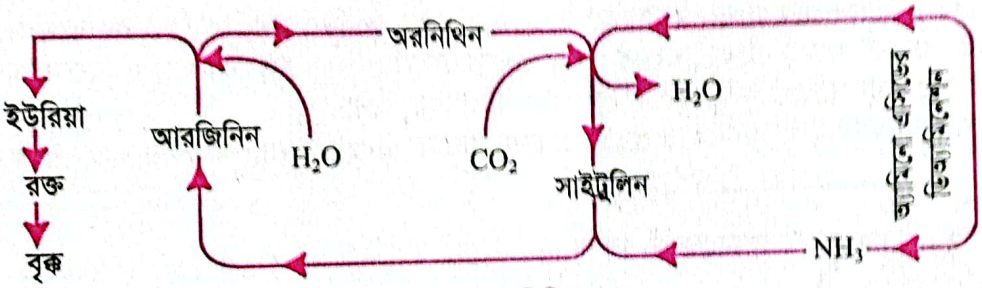
(ক) ইউরিয়া সৃষ্টির প্রক্রিয়া (Formation of Urea)

প্রোটিন বা আমিষ জাতীয় খাদ্য পরিপাক হয়ে বিভিন্ন ধরনের অ্যামিনো এসিডে পরিণত হয়। অ্যামিনো এসিড প্রধানত দেহ গঠন ও বৃদ্ধির কাজে ব্যবহৃত হয়। যকৃতে অব্যবহৃত ও অতিরিক্ত অ্যামিনো এসিড থেকে ডিঅ্যামাইনেজ এনজাইমের উপস্থিতিতে **ডিঅ্যামিনেশন** (deamination) প্রক্রিয়ায় কিটো এসিড ও অ্যামিনো গ্রুপ ($-NH_2$) সৃষ্টি করে। কিটো এসিড শক্তি উৎপাদনের জন্য ক্রেবস চক্রে প্রবেশ করে। অ্যামিনো গ্রুপ ($-NH_2$) হাইড্রোজেন আয়ন (H^+) এর সাথে যুক্ত হয়ে অ্যামোনিয়া (NH_3) উৎপন্ন করে।

এই অ্যামোনিয়া দেহের জন্য অত্যন্ত ক্ষতিকর। ইহা শর্করা বিপাকে সৃষ্ট CO_2 এর সাথে মিলিত হয়ে যকৃতে **ইউরিয়া** [$CO(NH_2)_2$] সৃষ্টি করে। এক অণু CO_2 দুই অণু NH_3 এর সাথে মিলিত হয়ে এক অণু ইউরিয়া গঠন করে। **Hans Krebs** এবং **Kurt Henseleit** (1932) ইউরিয়া সৃষ্টির প্রক্রিয়া বর্ণনা করেন। তাঁদের মতে **ইউরিয়া চক্র** (urea cycle) বা **অরনিথিন চক্রের** (ornithine cycle) মাধ্যমে ইউরিয়া সৃষ্টি হয়। ইউরিয়া রক্তরসে (প্লাজমায়) অবস্থান করে এবং সংবহনতন্ত্রের মাধ্যমে বৃক্কে পৌঁছায়। ইউরিয়া সৃষ্টির সরল বিক্রিয়াসমূহ নিম্নরূপ :

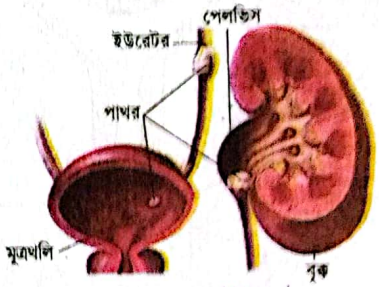
(i) আমিষ খাদ্য $\xrightarrow{\text{এনজাইম}}$ অ্যামিনো এসিড (ii) অ্যামিনো এসিড $\xrightarrow[\text{ডিঅ্যামিনেশন}]{\text{ডিঅ্যামাইনেজ}}$ কিটো এসিড + $-NH_2$

(iii) $-NH_2 + H^+ \longrightarrow NH_3$ (অ্যামোনিয়া) (iv) $2NH_3 + CO_2 \xrightarrow{\text{অরনিথিন চক্র}} CO(NH_2)_2$ (ইউরিয়া) + H_2O



চিত্র ৬.৪ : অরনিথিন চক্র

(খ) ইউরিক এসিড সৃষ্টির প্রক্রিয়া : মানবদেহের যকৃতের কোষে নিউক্লিক এসিডের পিউরিন ক্ষারক বিপাকের শেষ পরিণতি হচ্ছে ইউরিক এসিড উৎপাদন। দেহজাত ও গৃহীত খাদ্য এ দু'ধরনের পিউরিন জাতীয় পদার্থ থেকেই ইউরিক এসিড উৎপন্ন হয়ে রক্তের মাধ্যমে বৃক্কে পৌঁছে। এটি বৃক্ক দ্বারা দেহ হতে বহিষ্কৃত হয়। ইউরিক এসিড অণু ইউরিয়া অণু থেকে বৃহৎ, কম দ্রবণীয় এবং কম বিষাক্ত। ইউরিক এসিডের রাসায়নিক সংকেত হলো– $C_5H_4O_3N_4$। অনেক সময় মূত্রে অতিমাত্রায় ইউরিক এসিড **(হাইপারইউরিকোসিয়া)** থাকলে ইউরিক এসিড বৃক্ক, রেচননালি কিংবা মূত্রথলিতে সঞ্চিত হয়ে সুই আকৃতির স্ফটিক সৃষ্টি করে যা **বৃক্কের পাথর বা রেনাল ক্যালকুলি** (kidney stone or renal calculi) নামে চিহ্নিত। তবে বৃক্কের পাথর অন্যান্য পদার্থ জমা হয়েও সৃষ্টি হতে পারে। অতিরিক্ত পরিমাণে ক্যালসিয়াম গ্রহণ, পানি পান কম করা, মূত্রে অতিরিক্ত ক্ষার বা অম্ল সৃষ্টি হওয়া, প্যারাথাইরয়েড গ্রন্থির অতি সক্রিয়তা ইত্যাদি বৃক্ক পাথর সৃষ্টির মূল কারণ। বৃক্ক পাথর প্রধানত ক্যালসিয়াম অক্সালেট, ক্যালসিয়াম ফসফেট এবং ইউরিক এসিড উপাদানে গঠিত।



মানব রেচনতন্ত্রের বিভিন্ন অঙ্গে পাথর

রেচন অঙ্গে সৃষ্ট পাথর

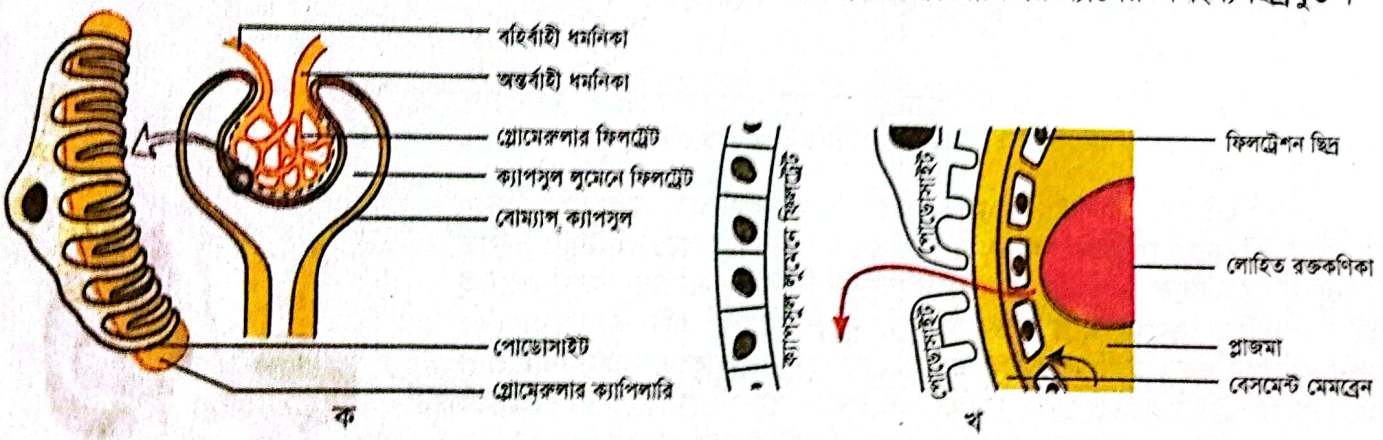
(গ) ক্রিয়েটিনিন সৃষ্টির প্রক্রিয়া : দেহের পেশির কলা-প্রোটিনের ক্রিয়েটিন (creatine) নামক অ্যামিনো এসিডের ভাঙনের মধ্য দিয়ে যে জটিল নাইট্রোজেনঘটিত বর্জ্যের সৃষ্টি হয় যা ক্রিয়েটিনিন নামে পরিচিত। দেহে বিদ্যমান ক্রিয়েটিনের প্রায় ২% বিপাকের ফলে পেশিতে শক্তি উৎপাদনে ব্যবহৃত হয় এবং ক্রিয়েটিনিন উৎপন্ন করে। বৃক্কে রক্ত থেকে ক্রিয়েটিনিন পরিস্রুত হয়ে মূত্রের সাথে বহিঃষ্কৃত হয়। বৃক্কের সুস্থতা নির্ণয়ে রক্তে ক্রিয়েটিনিনের মাত্রা পরীক্ষা করা হয়। এজন্য এর মাত্রাকে **বৃক্কের রোগ নির্ণয়ের নির্দেশক** (dignostic index) হিসেবে গণ্য করা হয়। বৃক্কে সমস্যা দেখা দিলে ক্রিয়েটিনিনের মাত্রা বেড়ে যায়। পুরুষের রক্তে এর স্বাভাবিক মাত্রা 0.6 - 1.2 mg/dl এবং মহিলাদের রক্তে এর স্বাভাবিক মাত্রা 0.5 - 1.1 mg/dl (mg= milligrams, dl= deciliter).

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

রক্তের প্লাজমার পানির সাথে ইউরিয়া ও ইউরিক এসিড পরিবাহিত হয়ে বৃক্কে আসে এবং ছাঁকন পদ্ধতিতে রক্ত থেকে নিষ্কাশিত হয়। গ্লোমেরুলার আল্ট্রাফিলট্রেশন নির্বাচনমূলক পুনঃশোষণ ও কিছু বস্তুর ক্ষরণের ফলে মূত্র তৈরি হয়। দেহের সকল রক্ত ছাঁকনের জন্য প্রতি ৪-৫ মিনিটে একবার বৃক্ক অতিক্রম করে। স্কটিস শারীরবিজ্ঞানী কাশনি (Cushney, 1917) এর মত অনুসারে, N_2 ঘটিত বর্জ্য রক্তের সাথে মিশ্রিত অবস্থায় বৃক্কে প্রবেশ করে। পরবর্তীতে আল্ট্রাফিলট্রেশন পদ্ধতির মাধ্যমে রক্ত থেকে বর্জ্য পৃথক হয়ে গ্লোমেরুলারস ফিলট্রেট তৈরি হয়। গ্লোমেরুলারস ফিলট্রেট থেকে প্রয়োজনীয় উপাদান পুনঃশোষণ হয়ে রক্তে ফেরত যায় এবং রক্ত থেকে কিছু বস্তু ক্ষরিত হয়ে ফিলট্রেটের সাথে যুক্ত হয় এবং মূত্র তৈরি হয়। মূত্র তৈরির প্রক্রিয়া ৩টি ধাপে সংঘটিত হয়। যথা–

(ক) গ্লোমেরুলার ছাঁকন বা অতিসূক্ষ্ম ছাঁকন (Glomerular filtration or Ultrafiltration) : বৃক্কের রেনাল করপাসলে আল্ট্রাফিলট্রেশন ঘটে। এটি মূত্র তৈরির প্রথম ধাপ। স্বাভাবিকভাবে যেকোনো ফিলট্রেশনের জন্য প্রয়োজন চাপ তৈরির প্রক্রিয়া এবং একটি ফিল্টার বা ছাঁকনযন্ত্র। রক্তের হাইড্রোস্টেটিক চাপ (hydrostatic pressure) থেকে এই চাপ তৈরি হয়। হৃৎপিণ্ড থেকে উৎপন্ন পৃষ্ঠীয় ধমনি, রেনাল ধমনি ও অ্যাফারেন্ট ধমনিকার মাধ্যমে রক্ত অতি উচ্চ চাপে গ্লোমেরুলাসে প্রবেশ করে। অ্যাফারেন্ট ধমনিকার ব্যাস ইফারেন্ট ধমনিকা ও কৈশিক জালিকার ব্যাসের চেয়ে বেশি। ফলে বড় ব্যাসবিশিষ্ট অ্যাফারেন্ট ধমনিকার মাধ্যমে রক্ত যখন গ্লোমেরুলাসে প্রবেশ করে তখন চাপ বৃদ্ধি পায়। গ্লোমেরুলাসের কৈশিক জালিকার হাইড্রোস্টেটিক চাপ ৭৫ মিমি/ পারদ এবং এ চাপের বিরুদ্ধে অন্যান্য চাপ হলো ৫০ মিমি/ পারদ। ক্যাপসুলে পরিস্রুত তরলের চাপ ২০ মিমি/ পারদ + কলয়ডীয় অভিস্রবণ চাপ ৩০ মিমি/ পারদ। ফলে আল্ট্রাফিলট্রেশনের জন্য কার্যকর পরিস্রাবণ চাপ (effective filtration pressure) বা প্রকৃত ছাঁকন চাপ (পার্থক্য) হলো ২৫ মিমি/ পারদ। এই চাপের (কার্যকর পরিস্রাবণ চাপ) ফলে সমস্ত পানি ও ক্ষুদ্র দ্রব (যেমন- লবণ, শর্করা, ইউরিয়া, ইউরিক এসিড, ক্রিয়েটিনিন, ধাতব আয়ন, হরমোন প্রভৃতি) অণুসহ গ্লোমেরুলারস ফিলট্রেট (glomerulars filtrate) বা প্রাথমিক মূত্র রেনাল ক্যাপসুলার স্পেস বা গহ্বরে জমা হয়। বৃহৎ প্রোটিন অণু, লোহিত রক্তকণিকা, শ্বেত রক্তকণিকা ও অনুচক্রিকা রক্তে থেকে যায়। ফিলট্রেশনের জন্য গ্লোমেরুলাস ও রেনাল ক্যাপসুল বিশেষভাবে অভিযোজিত। ফিলট্রেশনে তিনটি স্তর দ্বারা গঠিত ফিল্টারের মাধ্যমে সংঘটিত হয়, যথা–

(i) গ্লোমেরুলাসের এন্ডোথেলিয়াম : এ স্তরটি অত্যন্ত পাতলা এবং ১০ ন্যানোমিটার ব্যাসের অসংখ্য ছিদ্রযুক্ত।



চিত্র ৬.৫.১ : রেনাল ক্যাপসুলের সূক্ষ্ম গঠন ও ফিলট্রেশন (ক ও খ)

(ii) গ্লোমেরুলাসের বেসমেন্ট মেমব্রেন : গ্লোমেরুলাসের এপিথেলিয়াল কোষ যে মেমব্রেনের উপর অবস্থান করে তাকে বেসমেন্ট মেমব্রেন বা ভিত্তি পর্দা বলে। এটি কোলাজেন সূত্রকসহ অসংখ্য সূত্রক দ্বারা তৈরি জালিকাকৃতির গঠন। পানি ও ক্ষুদ্র দ্রব অণু জালকের মাঝে ফাঁকা স্থান দিয়ে অতিক্রম করতে পারে কিন্তু লোহিত রক্তকণিকা, অনুচক্রিকা ও আমিষ অণু পারে না।

(iii) রেনাল ক্যাপসুলের এন্ডোথেলিয়াম : এ স্তরে ফিলট্রেশনের জন্য পোডোসাইট (podocyte) নামক বিশেষ কোষ থাকে। প্রতিটি কোষে আঙুলের মতো অনেক অভিক্ষেপ থাকে। পাশাপাশি পোডোসাইটের সংযোগস্থলে ২৫ ন্যানোমিটার ব্যাসের ফিলট্রেশন বা ছাঁকনি ছিদ্র থাকে।

এই ছাঁকনিতে বিদ্যমান বিভিন্ন ব্যাসের ছিদ্রপথে গ্লোমেরুলারস ফিলট্রেট পরিস্রুত হয়। অন্যদিকে এ পরিস্রুত রক্ত পরে বহির্বাহী ধমনিকাতে আসে। যে চাপের মাধ্যমে দ্রাব্য বস্তু পরিস্রুত হয়, তাকে কার্যকরী পরিস্রাবণ চাপ (effective filteration pressure) বলা হয়। মানবদেহে দুটি বৃক্কের মাধ্যমে প্রতি মিনিটে প্রায় ১২০০ সিসি রক্ত প্রবাহিত হয়। এর মধ্যে প্রায় ১২৫ সিসি গ্লোমেরুলারস ফিলট্রেটে পরিস্রুত হয়ে রেনাল ক্যাপসুল বা বোম্যান্স ক্যাপসুলার স্পেস-এ জমা হয়। এর মধ্যে ১২৪ সিসি রেনাল টিউব্যুলসে পুনঃশোষিত হয়।

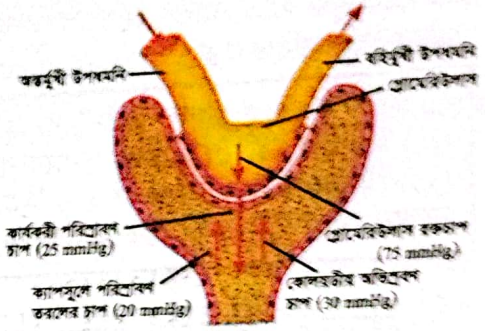
(খ) টিউব্যুলার বা নির্বাচনমূলক পুনঃশোষণ (Tubular or Selective reabsorption) : গ্লোমেরুলারস ফিলট্রেট নেফ্রনের রেনাল করপাসল থেকে রেনাল টিউব্যুলসের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হওয়ার সময় এর (গ্লোমেরুলারস ফিলট্রেটে) ৮০% নির্বাচিত দ্রব্যাদি রক্তনালিকা কর্তৃক পুনঃশোষিত হয়। রেনাল টিউব্যুলস নিম্নলিখিত কারণে পুনঃশোষণের জন্য বিশেষভাবে অভিযোজিত :

(i) এর প্রাচীরের কোষগুলোতে মাইক্রোভিলাই ও বেসাল চ্যানেল থাকায় এদের শোষণ ক্ষেত্র বেশি।

(ii) এর কোষের সাইটোপ্লাজমে অসংখ্য মাইটোকন্ড্রিয়ার উপস্থিতি।

(iii) কৈশিক জালিকার সাথে এদের ঘনসন্নিবিষ্ট অবস্থানের কারণে।

রেনাল টিউব্যুলসের বিভিন্ন অংশে যেসব পদার্থের পুনঃশোষণ সম্পন্ন হয় তা হলো–



চিত্র ৬.৫.২ (ক) : অতি পরিস্রাবণ

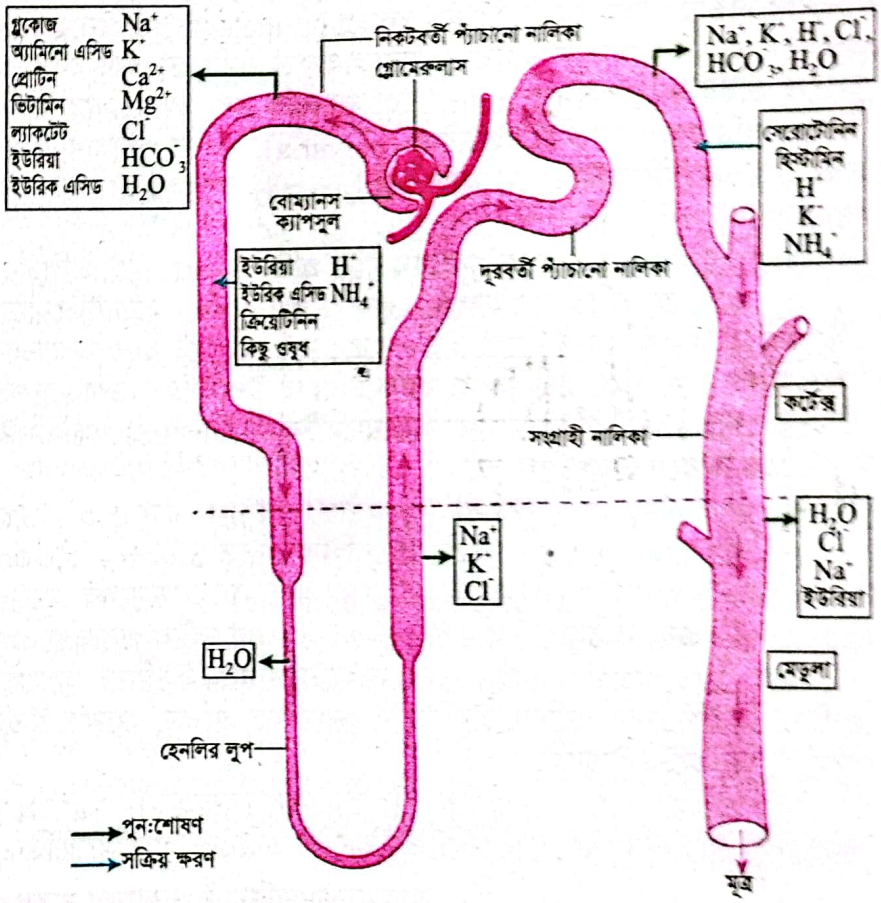
(১) প্রক্সিমাল বা নিকটবর্তী প্যাঁচানো নালিকার কোষেই অধিকাংশ নির্বাচনমূলক পুনঃশোষণ ঘটে। এই অংশেই পরিস্রুত তরলের ৬০-৭০% পুনঃশোষিত হয়। প্রক্সিমাল প্যাঁচানো নালিকা হতে গ্লুকোজ, অ্যামিনো এসিড, Na^+, K^+, Cl^-, HCO_3^-, পানি, ভিটামিন, হরমোন ও সামান্য ইউরিয়া ইত্যাদি সক্রিয় পরিবহনের মাধ্যমে শোষিত হয়।

(২) হেনলির লুপে Na^+, K^+, Ca^{++}, Cl^-, ও অভিস্রবণ প্রক্রিয়ায় ৭০% পানি পুনঃশোষিত হয়।

(৩) ডিস্টাল বা দূরবর্তী প্যাঁচানো নালিকা থেকে Na^+, K^+, H^+, Cl^- আয়ন, ভিটামিন ও কিছু পরিমাণ পানি পুনঃশোষিত হয়। **অ্যাল্ডোস্টেরন** হরমোন এই প্রক্রিয়ায় সাহায্য করে। অপরপক্ষে ADH (Anti Diuretic Hormone) পানি পুনঃশোষণে সাহায্য করে। এই কারণে ADH ক্ষরণ হ্রাস পেলে পানির পুনঃশোষণ হয় না ফলে বহুমূত্র বা **ডায়াবেটিস ইনসিপিডাস** রোগ হয়।

সংগ্রাহী নালিকার মাধ্যমে প্রধানত পানি ও সামান্য পরিমাণ Na^+, Cl^- ও অল্প পরিমাণ ইউরিয়া পুনঃশোষিত হয়।

গ্লোমেরুলারস ফিলট্রেটের ৪০-৫০% ইউরিয়া রেনাল টিউব্যুলস থেকে ব্যাপন প্রক্রিয়ায় পুনঃশোষিত হয়ে রক্তে ফিরে আসে। বাকি ইউরিয়া মূত্রের সাথে দেহ থেকে অপসারিত হয়।



চিত্র ৬.৫.২ (খ) : নেফ্রনে মূত্র তৈরির কৌশল

(গ) নালিকা কর্তৃক ক্ষরণ বা সক্রিয় ক্ষরণ (Tubular or active secretion) : বিপাকে সৃষ্ট কিছু অপ্রয়োজনীয় উপজাত পদার্থ, যথা– ক্রিয়েটিনিন ও সামান্য ইউরিয়া প্রক্সিমাল প্যাঁচানো নালিকার চারপাশের কৈশিক জালিকা থেকে সক্রিয় পরিবহনের মাধ্যমে গ্লোমেরুলার ফিলট্রেটের সঙ্গে যুক্ত হয় এবং মূত্রের সঙ্গে অপসারিত হয়। হেনলির লুপে অভিস্রবণ প্রক্রিয়ায় পানি ও লবণ পুনঃশোষিত হয়। ডিস্টাল প্যাঁচানো নালিকা হতে (হাইড্রোজেন আয়ন, পটাশিয়াম ও অ্যামোনিয়াম আয়ন, সেরোটিনিন, কোলিন, হিস্টামিন ইত্যাদি ক্ষরিত হয়) গ্লোমেরুলার ফিলট্রেট সংগ্রাহী নালিতে আসে এবং কিছু সূক্ষ্ম পরিবর্তনের (যথা– পানি ও আয়ন পরিশোষণ) ফলে শেষ পর্যন্ত মূত্রে পরিণত হয়। সুতরাং গ্লোমেরুলাসে ফিলট্রেট হয়ে ক্ষরিত পদার্থসহ অপেক্ষাকৃত গাঢ় যে তরল সংগ্রাহক নালি হয়ে পরিশেষে মূত্রথলিতে জমা হয় তাকে **মূত্র** (urine) বলে। অতঃপর উৎপন্ন মূত্র সংগ্রাহী নালিকা, ইউরেটার হয়ে মূত্রথলি এবং মূত্রথলি থেকে মূত্রনালির মাধ্যমে দেহের বাইরে নিষ্কাশিত হয়।

মানবদেহে মূত্র নিষ্কাশনের প্রবাহচিত্র :

হৃৎপিণ্ড → অ্যাওর্টা → পৃষ্ঠীয় মহাধমনি → রেনাল ধমনি → অন্তর্বাহী ধমনিকা → গ্লোমেরুলাস → রেনাল ক্যাপসুল ↓ রেনাল নালিকা → সংগ্রাহী নালি → বৃক্কের পেলভিস → ইউরেটার → মূত্রথলি → মূত্রনালি → রেচনরন্ধ্র → নির্গমন

এছাড়াও বৃক্ক হতে বিভিন্ন বিষ, অতিরিক্ত ওষুধ ও হরমোন বহিঃষ্কৃত হয়। বৃক্কের মাধ্যমে রক্ত থেকে চিনি ও অ্যামিনো এসিড অপসারিত হয়।

❑ **কাজ :** (i) বৃক্কে তরল পদার্থ উৎপাদন কৌশল ব্যাখ্যা কর। (ii) বৃক্কের গ্লোমেরুলাস থেকে কীভাবে বর্জ্য পৃথক হয়- বর্ণনা কর। (iii) বিপাকীয় বর্জ্য CO_2 যৌগ আকারে পরিবাহিত হয়- ব্যাখ্যা কর। (iv) নেফ্রন কীভাবে উপজাত দ্রব্য নিষ্কাশন করে- ব্যাখ্যা কর। (v) নাইট্রোজেন জাত পদার্থ তৈরি ও নিষ্কাশন অতীব জরুরি- বিশ্লেষণ কর। (vi) নেফ্রনে জৈব রাসায়নিক পদার্থের বহুমুখী আচরণ সম্পর্কে আলোচনা কর। (vii) রেচনতন্ত্র ও শ্বসনতন্ত্র ভিন্ন তন্ত্রের অন্তর্ভুক্ত হলেও তারা বর্জ্য পদার্থ নিষ্কাশন করে- বিশ্লেষণ কর।।

মূত্র (Urine)

নেফ্রনের রেনাল টিউব্যুলসে গ্লোমেরুলার ফিলট্রেটের 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 ১.৫ লিটার মূত্র ত্যাগ করে। তবে কতকগুলো কারণ, যেমন- পানি গ্রহণ, খাদ্যের তারতম্য, পরিবেশের তাপমাত্রা, মানসিক ও শারীরিক অবস্থা ইত্যাদির ওপর মূত্র উৎপাদন ও ত্যাগ নির্ভর করে। সাধারণত লবণাক্ত খাদ্য মূত্রের পরিমাণ বাড়ায়। কিছু রোগ, যেমন- বহুমূত্র (diabetes), বৃক্ক প্রদাহ (nephritis) ইত্যাদি মূত্রের হার ও মাত্রা উভয়কে প্রভাবিত করে। আবার কিছু দ্রব্য (পানি, লবণাক্ত পানি, চা এবং কফি) মূত্রের স্বাভাবিক প্রবাহকে বাড়িয়ে দেয়। এসব দ্রব্যকে **ডাইইউরেটিকস** (diuretics) বা **মূত্রবর্ধক** বলা হয়। দেহে দৈনিক স্বাভাবিকের চেয়ে অতিরিক্ত মূত্র (>২.৫ লিটার) সৃষ্টি হলে তাকে **পলিইউরিয়া** (polyuria), মূত্রের পরিমাণ < ৪০০ মিলিলিটার হলে **অলিগোরিয়া** (oliguria) এবং < ১০০ মিলিলিটার হলে **অ্যানুরিয়া** (anuria) বলা হয়।

মূত্রের বৈশিষ্ট্য

১। **পরিমাণ :** প্রাপ্ত বয়স্ক লোকের বৃক্কে প্রতিদিন ০.৫ – ২.৫ লিটার মূত্র উৎপন্ন হয় যা ৬-৮ বার মূত্র ত্যাগ ঘটায়।

২। **বর্ণ :** স্বাভাবিক মূত্র **হালকা হলুদ** বা **খড়** বর্ণের। মূত্রে **ইউরোক্রোম** (urochrome) নামক রঞ্জক পদার্থ থাকায় এটি খড় বা হালকা হলুদ বর্ণের হয়। মূত্রের বর্ণ ঘোলাটে হলে অস্বাভাবিকতা নির্দেশ করে। মূত্রের বর্ণ এরূপ হওয়ার কারণ হলো রক্ত, পুঁজ, শুক্র কিংবা ব্যাকটেরিয়ার উপস্থিতি। ডিহাইড্রেশনের কারণে বর্ণ গাঢ় হলুদ হয়ে যায়।

৩। **গন্ধ :** এটি ঝাঁঝালো বা **অ্যারোমেটিক** (aromatic) গন্ধবিশিষ্ট। মূত্রে **ইউরিনোড** (C_6H_8O) নামক পদার্থের উপস্থিতির কারণে এরূপ গন্ধ হয়।

৪। **রাসায়নিক ধর্ম :** মূত্র সামান্য অম্লীয়, এর pH মান ৫.০ - ৬.৫।

৫। **আপেক্ষিক গুরুত্ব :** মূত্রের আপেক্ষিক গুরুত্ব ১.০০৮ - ১.০৩০।

মূত্রের উপাদান (Composition of urine) : মানুষের মূত্রের রাসায়নিক উপাদানের মধ্যে **পানি** ৯৫% (৯৫-৯৭%) এবং **কঠিন পদার্থ** ৫% (৩-৫%)। এই কঠিন পদার্থগুলো বিভিন্ন জৈব ও অজৈব পদার্থ নিয়ে গঠিত।

(ক) **জৈব পদার্থ** (৬০%) : (i) **নাইট্রোজেনাস**- ইউরিয়া, অ্যামোনিয়া, ইউরিক এসিড, ক্রিয়েটিনিন, ক্রিয়েটিন, প্রোটিন, হিপপিউরিক এসিড, ইনডিকান অক্সালিক এসিড, ফেনল ইত্যাদি। (ii) **নন-নাইট্রোজেনাস**- কিটোন বডিস, সাইট্রেট, ল্যাকটেট ইত্যাদি।

(খ) **অজৈব পদার্থ** (৪০%) : (i) **ক্যাটায়ন** (ধনাত্মক)- Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, NH_4^+ ইত্যাদি। (ii) **অ্যানায়ন** (ঋণাত্মক)- SO_4^{3-}, PO_4^{3-}, Cl^-, HCO_3^- ইত্যাদি। এছাড়াও মূত্রে আয়োডিন, সিসা, আর্সেনিক ইত্যাদি উপাদান পাওয়া যায়।

মূত্রের রাসায়নিক উপাদানের শতকরা পরিমাণ

জৈব উপাদান	শতকরা হার (%)	অজৈব উপাদান	শতকরা হার (%)
ইউরিয়া [$(CO(NH_2)_2$]	২	সোডিয়াম	০.৩৫
ক্রিয়েটিনিন	০.০৭	পটাশিয়াম	০.১৫
ইউরিক এসিড ($C_5H_4N_4O_3$)	০.০৫	অ্যামোনিয়াম	০.০৪
হিপপিউরিক এসিড	০.০৫	ক্যালসিয়াম	০.০৩
কিটোন বডিস	০.০২	ম্যাগনেসিয়াম	০.০১
ক্রিয়েটিন	০.০১	ক্লোরাইড	০.৬০
-	-	ফসফেট	০.২৭
-	-	সালফেট	০.১৮

মূত্রের কাজ

১। মূত্রের মাধ্যমে দেহে বিপাকজাত নাইট্রোজেনঘটিত এবং সালফারঘটিত দূষিত পদার্থগুলো দেহ থেকে নির্গত হয়। ফলে দেহ সুস্থ থাকে।

২। দেহ থেকে মূত্র নির্গত হয় বলে দেহে পানি ও খনিজ লবণের সাম্যতা বজায় থাকে।

৩। মূত্র ত্যাগের সময় মূত্রের মাধ্যমে কিছুটা তাপ নির্গত হয়ে যায়, ফলে দেহে তাপের সাম্যতা বজায় থাকে।

৪। রক্তে গ্লুকোজের পরিমাণ বেড়ে গেলে (100 cc রক্তে 180 gm) রক্তের অতিরিক্ত গ্লুকোজ মূত্রের সঙ্গে বেরিয়ে যায়, ফলে রক্তে গ্লুকোজের সাম্যতা বজায় থাকে।

৬.৩ রেচন ও অসমোরেগুলেশনে বৃক্কের ভূমিকা

রেচনে বৃক্কের ভূমিকা (Role of Kidney in Excretion)

দেহে আমিষ জাতীয় খাদ্য বিপাকের ফলে N_2-ঘটিত তরল বর্জ্য বা মূত্রের সৃষ্টি হয়। মূত্র মানুষের দেহের প্রধান রেচন পদার্থ। মূত্র উৎপন্ন ও ত্যাগের মাধ্যমে বৃক্ক N_2-ঘটিত বিপাকীয় পদার্থ অপসারণ করে দেহকে রক্ষা করে। মূত্রের উপাদানগুলোর মধ্যে ইউরিয়া, ইউরিক এসিড, অ্যামোনিয়া, ক্রিয়েটিনিন, অ্যামিনো এসিড ইত্যাদি দেহের জন্য ক্ষতিকর। সে জন্য উৎপন্ন হওয়ার সঙ্গে সঙ্গে যত তাড়াতাড়ি সম্ভব এগুলো অপসারণ করা প্রয়োজন। দেহের সব রক্ত প্রতি ৪-৫ মিনিটে রক্তজালক সমৃদ্ধ বৃক্কের মাধ্যমে পরিশোধিত হয়। প্রতিটি বৃক্ক প্রায় ১০-১২ লাখ নেফ্রনের সমন্বয়ে গঠিত। নেফ্রন হচ্ছে বৃক্কের গঠন ও কার্যের একক যার মাধ্যমে মূত্র উৎপন্ন হয়।

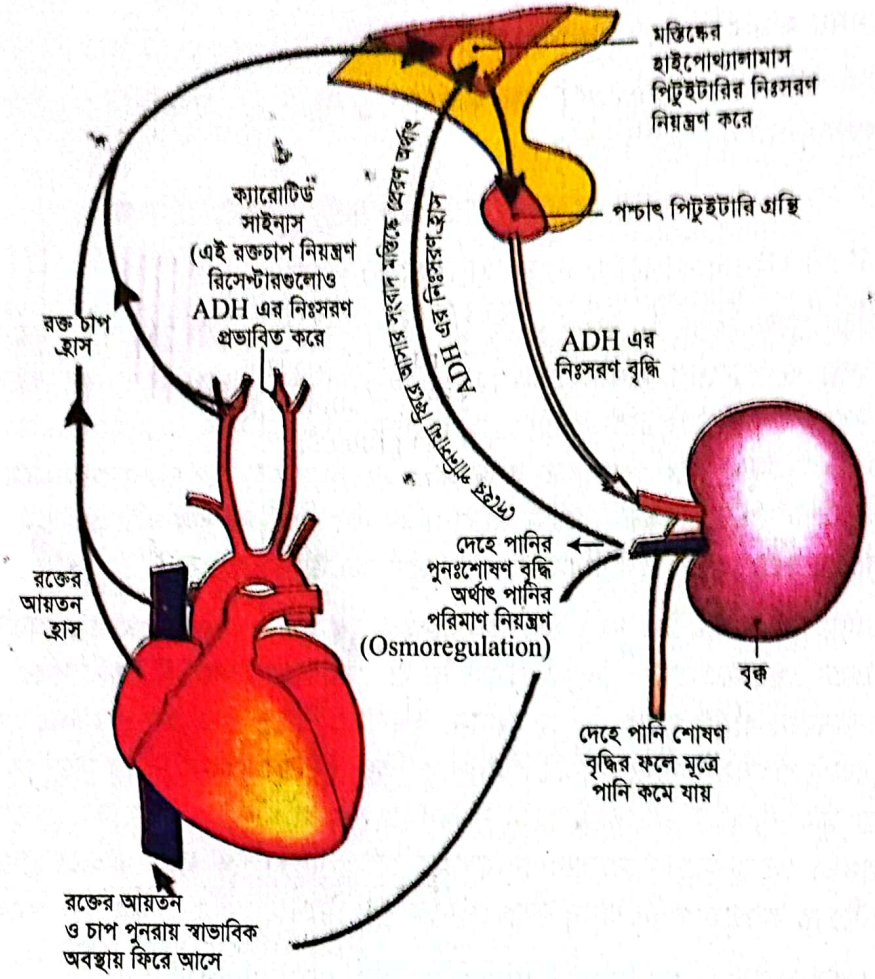
মূলত বিপাক ক্রিয়ায় সৃষ্ট N_2-ঘটিত বর্জ্য হৃৎপিণ্ড থেকে পৃষ্ঠীয় ধমনি, রেনাল ধমনি ও অন্তর্বাহী ধমনিকার মাধ্যমে গ্লোমেরুলাসে প্রবেশ করে গ্লোমেরুলাস পরিস্রুত তরল বা গ্লোমেরুলার ফিলট্রেট তৈরি করে। রেনাল নালিকা দিয়ে অতিক্রমকালে গ্লোমেরুলার ফিলট্রেট পানি, বিভিন্ন আয়ন, ইউরিয়া সক্রিয় পরিবহনের মাধ্যমে পুনঃশোধিত হয়ে রক্তে ফেরত যায়। পরবর্তীতে রক্তজালক থেকে ক্রিয়েটিনিন ও কিছু ইউরিয়া ফিলট্রেটের সঙ্গে মিশ্রিত হয়ে মূত্র উৎপন্ন করে। এইভাবে উৎপন্ন মূত্র সংগ্রাহী নালির মাধ্যমে বৃক্কের পেলভিসে পৌঁছে। পেলভিস থেকে ইউরেটারের মাধ্যমে মূত্রথলিতে আসে। মূত্রথলি থেকে মূত্রনালির মাধ্যমে দেহের বাইরে নিষ্কাশিত হয়। এভাবে বৃক্ক দেহ থেকে N_2-ঘটিত বর্জ্যবস্তু পৃথক করে শরীরের রক্তকে পরিশোধন করে দেহকে সুস্থ রাখে।

অসমোরেগুলেশনে বৃক্কের ভূমিকা (Role of Kidney in Osmoregulation)

অসমোরেগুলেশনের প্রধান অঙ্গ হচ্ছে বৃক্ক। **দেহাভ্যন্তরের কোষকলায় বিদ্যমান পানি ও বিভিন্ন লবণের ভারসাম্য রক্ষার কৌশলকে অভিস্রবণ নিয়ন্ত্রণ বা অসমোরেগুলেশন** (osmoregulation) **বলে**। বৃক্ক মানবদেহের অন্তঃপরিবেশের সমতা (homeostasis) রক্ষায় গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। অর্থাৎ দেহের পানি, সোডিয়াম, পটাশিয়াম লবণ এবং ক্লোরাইড আয়নের মধ্যে একটি আন্তঃসাম্য রক্ষা করে। দেহের অন্তঃঅভিস্রবণিক চাপের সমতা বিধান দেহের জন্য অপরিহার্য। দেহের মধ্যস্থ তরল পদার্থ ও দ্রবীভূত লবণসমূহের ঘনত্বের ওপর অভিস্রবণ প্রক্রিয়া নির্ভর করে। **সুতরাং অসমোরেগুলেশন প্রক্রিয়া বলতে কোষের অন্তঃপরিবেশ এবং বহিঃপরিবেশের মধ্যকার অভিস্রবণিক চাপের সমতা রক্ষাকে বোঝায়।**

পানিসাম্য নিয়ন্ত্রণ : মানবদেহের অধিকাংশ পানি দ্বারা গঠিত। পূর্ণাঙ্গ পুরুষের দৈহিক ওজনের ৬০% স্ত্রীদের ৫০% এবং শিশুদের প্রায় ৭০%ই (সবচেয়ে বেশি) পানি। মানবদেহে পানি দুটি অবস্থায় বিদ্যমান থাকে। যেমন- বহিঃকোষীয় তরল (extracellular fluid)-৪৫% এবং অন্তঃকোষীয় তরল (intracellular fluid)-৫৫%। 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 হয়ে রক্তের ঘনত্ব বেড়ে যায়। বৃক্ক দেহে পানি ও লবণের মাত্রা সঠিক রাখে। স্বাভাবিক অবস্থায় প্রতি মিনিটে ১২৫ ঘন সেন্টিমিটার তরল পদার্থ গ্লোমেরুলাসে পরিস্রুত হয়। এর মধ্যে ১২৪ ঘন সেন্টিমিটার তরল পদার্থই পুনঃশোষিত হয় এবং মাত্র ১ ঘনসেন্টিমিটার মূত্র নির্গত হয়। এর মধ্যে পুনঃশোষণ প্রক্রিয়ায় ৬০-৭০% সম্পন্ন হয় নেফ্রনের **প্রক্সিমাল প্যাঁচানো নালিকায়** এবং বাকি ৩০-৪০% নেফ্রনের অন্যান্য অংশে সম্পন্ন হয়। দেহের পানির সমতা রক্ষা করার জন্য **অ্যান্টি ডাইইউরেটিক হরমোন** (Anti Diuretic Hormone, ADH) নামক একটি হরমোন

রয়েছে। ADH পিটুইটারি গ্রন্থি থেকে ক্ষরিত হয় এবং বৃক্কের পানির শোষণমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করে দেহে পানির পরিমাণ কম হলে রক্ত অধিকতর ঘন হয়। এই পরিবর্তনে মস্তিষ্কের হাইপোথ্যালামাসে অবস্থিত অসমোরিসেপ্টর (osmoreceptor) নামক স্নায়ুকোষগুলো উত্তেজিত হয় এবং ADH হরমোন ক্ষরণ করে।



চিত্র ৬.৬ : পানিসাম্য নিয়ন্ত্রণ (অসমোরেগুলেশন)

ADH হরমোন রক্তস্রোত দ্বারা পরিবাহিত হয়ে বৃক্কে পৌঁছে। বৃক্কের নেফ্রনগুলোর সংগ্রাহী নালিতে ADH পৌঁছালে সংগ্রাহী নালির ঝিল্লিতে অবস্থিত গ্রাহক অণু ADH গ্রহণ করে, ঝিল্লির ভেদ্যতা বেড়ে যায়। ফলে অধিক পরিমাণ পানি গ্লোমেরুলার ফিলট্রেট থেকে পুনঃশোষিত হয়ে রক্তে ফিরে যায়। ফলে সংগ্রাহী নালিতে তরল বেশ ঘন হয়ে যায় এবং ব্যক্তি অল্প পরিমাণ ঘন মূত্র উৎপন্ন করে। আবার অতিরিক্ত পানি পান করলে, রক্তে পানির পরিমাণ স্বাভাবিকের চেয়ে বেড়ে যায়। ফলে অসমোরিসেপ্টর কোষগুলো ADH হরমোনের ক্ষরণ কমিয়ে দেয়। ফলে সংগ্রাহী নালির কোষগুলো প্রায় পানির জন্য অভেদ্য হয়ে যায় এবং গ্লোমেরুলার ফিলট্রেট থেকে পানি পুনঃশোষণ বন্ধ থাকে। সংগ্রাহী নালি গ্লোমেরুলার ফিলট্রেট অধিক পরিমাণ তরল থাকে। ফলে ব্যক্তি বেশি পরিমাণ অতি তরল মূত্র ত্যাগ করে।

$$ADH \propto \frac{1}{\text{পানি গ্রহণের পরিমাণ/পানি ত্যাগের পরিমাণ}}$$

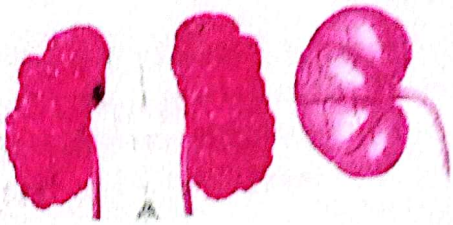
অথবা- ADH ∝ পানির পুনঃশোষণ

লবণসাম্য নিয়ন্ত্রণ : বৃক্ক দেহ থেকে প্রয়োজনের অতিরিক্ত লবণ, যেমন– সোডিয়াম, পটাশিয়াম, ক্লোরাইড প্রভৃতি বিমুক্ত করে লবণের সাম্যতা নিয়ন্ত্রণ করে বিপাকীয় কাজে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। বৃক্কের অ্যাডরেনাল কর্টেক্স থেকে ক্ষরিত হরমোন **অ্যাল্ডোস্টেরন** (aldosterone)-এর প্রভাবে মূত্র ও ঘাম থেকে সোডিয়াম পুনঃশোষণ, গ্লোমেরুলার ফিলট্রেট থেকে সোডিয়াম ক্লোরাইড পুনঃশোষণ ও পটাশিয়ামের নির্গমন নিয়ন্ত্রিত হয়। ফলে দেহে অন্তঃকোষীয় ও বহিঃকোষীয় তরলে সোডিয়াম, পটাশিয়াম ও ক্লোরাইডের সাম্যাবস্থা নিয়ন্ত্রিত হয়। বৃক্ক থেকে ক্ষরিত হরমোন সদৃশ এনজাইম **রেনিনও** বৃক্কে সোডিয়ামের সাম্যাবস্থা নিয়ন্ত্রণে সহায়তা করে।

❑ **কাজ :** (i) বৃক্ক কীভাবে মানবদেহের পানিসাম্যতা নিয়ন্ত্রণ করে বিশ্লেষণ কর। (ii) বৃক্ক অপজাত পদার্থ অপসারণ ছাড়াও [illegible] বিশ্লেষণ কর।

৬.৪ বৃক্কের তাৎক্ষণিক বিকল, লক্ষণ ও করণীয় (Instantaneous Kidney Failure, Symptoms and Measures)

বৃক্ক বা কিডনি শরীরের ফ্লুইড ব্যালেন্স বজায় রাখে, বর্জ্য পদার্থ বের করে এবং রক্তের চাপ নিয়ন্ত্রণে রাখে। প্রোটিন, ক্যালসিয়াম আর ফসফরাসের সঠিক ব্যালেন্স ও অতিরিক্ত ফ্লুইড এড়িয়ে চলাই কিডনি ভালো রাখার মূল মন্ত্র। কিডনির প্রধান কাজ হচ্ছে শরীর থেকে বর্জ্য পদার্থ মূত্রের মাধ্যমে বের করে দেওয়া। একে দেহের ছাঁকন যন্ত্র বলা হয়। অতিরিক্ত পানি বের করা বা মূত্র যখন তৈরি হতে পারে না তখন আমরা বলি কিডনি বিকল বা রেনাল ফেইলিউর (kidney failure or renal failure)। কিডনি ফেইলিউর দু'ধরনের তাৎক্ষণিক বিকল (Acute Renal Failure-ARF) ও দীর্ঘস্থায়ী বিকল (Chronic Renal Failure-CRF)। উভয় ক্ষেত্রেই অন্যান্য রোগের প্রাদুর্ভাবসহ স্বাস্থ্যসমস্যা ঘটে থাকে। কোনো সুস্থ লোকের হঠাৎ করে বৃক্কের কার্যক্রম কমে যাওয়া বা বন্ধ হয়ে যাওয়াকে বৃক্কের তাৎক্ষণিক বিকল বা অ্যাকিউট রেনাল ফেইলিউর বলে। বৃক্ক অনেক সময় নিজস্ব রোগে অথবা অন্য কোনো রোগের কারণে ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে। বৃক্কের অন্যান্য রোগের মধ্যে রয়েছে– একিউট গ্লোমেরুলো নেফ্রাইটিস (Acute Glumerulo Nephrities-AGN), হেমাচুরিয়া (hematuria) বা প্রস্রাবে রক্ত যাওয়া, এনুরিয়া (anuria) ইত্যাদি। অনেকের মতে, রেনিন অ্যানজিওটেনসিন (renin angiotensin) এর কার্যকারিতা বৃদ্ধি পেলে বৃক্কের তাৎক্ষণিক বিকল ঘটতে পারে।



বিকল বৃক্ক

যখন কিডনি নিজে কোনো রোগে আক্রান্ত হয় বা অন্য কোনো রোগের কারণে আক্রান্ত হয়ে তিন মাস বা তার বেশি সময় ধরে কিডনির কার্যকারিতা কমিয়ে দেয় তখন তাকে দীর্ঘমেয়াদি বা দীর্ঘস্থায়ী কিডনি রোগ বা ক্রনিক বৃক্কীয় রোগ (Chronic Kidney Disease-CKD) বলা হয়। ইনফেকশনের কারণে কিডনির ছাঁকনি সংক্রমিত হয়ে ক্রমান্বয়ে কিডনির কার্যকারিতা কমিয়ে অবশেষে নষ্ট করে ফেলতে পারে। ফলে দীর্ঘমেয়াদি কিডনি রোগ দেখা দেয়। দীর্ঘমেয়াদি কিডনি রোগের অসুবিধা হলো বেশিরভাগ ক্ষেত্রেই রোগীদের কোনো উপসর্গ হয় না। বৃক্কের কার্যকারিতা ৭৫% লোপ পেলে এর উপসর্গ পরিলক্ষিত হয়। এছাড়াও পেশি থেকে নিঃসৃত মায়োগ্লোবিন বৃক্কের কার্যকারিতা নষ্ট করে দেয়। বলা হয়ে থাকে, ৭০ বছর বয়স্ক মানুষের বৃক্ক মাত্র ৫০% কাজে সক্ষম থাকে।

বৃক্কের তাৎক্ষণিক বিকলের কারণ

সমীক্ষায় দেখা গেছে, প্রায় ৭০% কিডনি বিকলের জন্য দায়ী ডায়াবেটিস ও উচ্চ রক্তচাপ। তবে বৃক্কের তাৎক্ষণিক বিকলের অন্য কারণসমূহের মধ্যে রয়েছে–

১। বৃক্কে রক্তপ্রবাহ হ্রাস (Reduced blood flow to kidneys) : ডায়রিয়া, রক্তক্ষরণ, যেমন– রক্তবমি, সার্জিক্যাল অপারেশন, গর্ভপাত, শক, হার্ট অ্যাটাক, হার্ট ফেইলিউর, রক্তে পানি ও লবণ জাতীয় পদার্থের অভাব, ভুল রক্ত দেওয়া, যকৃৎ বৈকল্য, তীব্র অ্যালার্জিক প্রতিক্রিয়া, তীব্র সংক্রমণ, তীব্র পানিশূন্যতা, মারাত্মকভাবে পুড়ে যাওয়া ইত্যাদি কারণে রক্তের প্রবাহ হ্রাস পায়। ফলে বৃক্ক পর্যাপ্ত মূত্র তৈরি করতে পারে না।

২। ক্ষতিগ্রস্ত বৃক্ক (Damage to kidneys) : হঠাৎ বৃক্ক প্রদাহ, ওষুধের বিষক্রিয়া (বিশেষত ব্যথানাশক ওষুধ; এছাড়াও কিডনির ইনফেকশনের কারণ হিসেবে ব্যাকটেরিয়াজনিত ইনফেকশন, ভাইরাস, হেপাটাইটিস, যক্ষ্মা, ম্যালেরিয়া এদের ওষুধের পার্শ্বপ্রতিক্রিয়াকে দায়ী করা হয়), সর্প দংশন, বৃক্ক সংক্রমণ, বৃক্কীয় রক্তনালির প্রদাহ, হিমোলাইটিক ইউরেনিক সিনড্রোম, বৃক্কীয় নালিতে রক্ত জমাট বাঁধা ইত্যাদি কারণে বৃক্ক ক্ষতিগ্রস্ত হয়ে থাকে। ফলে বৃক্ক পর্যাপ্ত মূত্র তৈরি করতে পারে না।

৩। মূত্র নিঃসরণে বাধাগ্রস্ততা (Urine blockage in kidneys) : মূত্রনালির বাধাগ্রস্ততা, বৃক্ক ও মূত্রনালিতে পাথর, টিউমার, পুরুষের প্রোস্টেট গ্রন্থির বৃদ্ধি, মূত্রনালিতে ক্যান্সার, কোলন ক্যান্সার, সার্ভিক্স ক্যান্সার হওয়া ইত্যাদি কারণে মূত্র নিঃসরণ বাধাগ্রস্ত হয়। বৃক্ক মূত্র উৎপাদনের সক্ষম হওয়া সত্ত্বেও মূত্র বৃক্ক থেকে মূত্রথলিতে পৌঁছাতে পারে না। জন্মগত কারণেও কারও কিডনির কার্যকারিতা কম হতে পারে। খাবারে রাসায়নিক পদার্থ মিশানো, পানিতে অধিক হারে আর্সেনিক, কিডনি রোগের সম্ভাবনাকে বাড়িয়ে দেয়।

লক্ষণ (Symptoms)

- বমি বমি ভাব বা বমি হওয়া, এমনকি রক্তবমি হতে পারে। ফলে তন্দ্রাচ্ছন্নতা, খিঁচুনি বা অজ্ঞান হওয়ার লক্ষণও দেখা যেতে পারে।
- বার বার অনেক পরিমাণে বা অনেকক্ষণ পরে অল্প পরিমাণ মূত্রত্যাগ বা মূত্র বন্ধ হয়ে যাওয়া; বলপূর্বক মূত্রত্যাগ; মূত্রে রক্তের উপস্থিতি।

- অতিরিক্ত পানি জমে গিয়ে শরীর ফুলে যায় অথবা শরীরের পানি কমে যেতে পারে।
- ডায়রিয়া, রক্ত পায়খানা, ক্ষুধামান্দ্য, মুখে মেটালিক স্বাদ (metallic taste) অনুভূতি, রক্তস্বল্পতা, শ্বাসকষ্ট (ঘন ঘন শ্বাস নেওয়া), ক্লান্তি ও অবসাদগ্রস্ততা, স্মৃতিশক্তির সমস্যা, বিভ্রান্তি সৃষ্টি, রক্তচাপ কম বা বেশি, দুর্বলতা, বুকে ব্যথা, পেটে ব্যথা, চুলকানি, অনেকক্ষণ ধরে হেঁচকি তোলা ইত্যাদি উপসর্গ বা লক্ষণ দেখা যায়।
- হাড়ের সন্ধিতে বা পাঁজর ও কোমরের মাঝামাঝি দুপাশে ব্যথা (flank pain), রক্তমূত্র ও ফোঁটা ফোঁটা মূত্র ত্যাগের অবস্থান থাকতে পারে।

বৃক্কের তাৎক্ষণিক বিকল নির্ণয় (Acute renal failure diagnosis)

বৃক্কের তাৎক্ষণিক বিকল নির্ণয়ের জন্য সাধারণত রক্ত ও মূত্র পরীক্ষা করা হয়। নিম্নলিখিত কারণে পরীক্ষাগুলো করা হয়-

- বৃক্ক বিকল হলে রক্তে ইউরিয়া ও ক্রিয়েটিনিনের মাত্রা স্বাভাবিকের চেয়ে বেড়ে যায়।
- বৃক্ক বিকল হলে রক্তে বিভিন্ন আয়নের মাত্রা অস্বাভাবিকভাবে কমে যায় কিংবা বেড়ে যায়।
- বৃক্ক বিকল হলে রক্তে লোহিত রক্তকণিকার পরিমাণ কমে গিয়ে **অ্যানিমিয়া** (anemia) সৃষ্টি করে।
- বৃক্ক বিকল হলে মূত্রের পরিমাণ কমে যায় (< 0.5 ml/kg/h for 6 hours)।

বৃক্কের তাৎক্ষণিক বিকলে প্রতিকার/করণীয় (Measures of instantaneous kidney failure)

১। বৃক্ক তাৎক্ষণিক বিকলতার বিষয়টি বুঝতে পারা মাত্র বৃক্ক বিশেষজ্ঞ (nephrologist) চিকিৎসকের পরামর্শ অনুযায়ী চিকিৎসা শুরু করা।

২। বৃক্কের বিকলতার কারণসমূহ দূরীভূত করা।

৩। নিয়ন্ত্রিত আহার, অর্থাৎ কম প্রোটিন, কম লবণ, কম পটাশিয়াম সমৃদ্ধ খাবার গ্রহণ (যেমন– চকোলেট, কমলা, মাশরুম ইত্যাদি), নির্দিষ্ট পরিমাণ পানি পান করা। উচ্চমাত্রায় সোডিয়াম যুক্ত খাবার যেমন– পনির, লবণ, আচার, চাটনি, পটেটো চিপস, সয়া সস এবং ফলের মধ্যে কলা, খেজুর, আম, কমলালেবু কিডনির রোগে ভালো নয়। সুস্থ ও সঠিক খাদ্যাভ্যাসের মাধ্যমে শরীরের ওজন নিয়ন্ত্রণে রাখা।

৪। দেহে দেহরস ও ইলেকট্রোলাইটের ভারসাম্য পুনঃপ্রতিষ্ঠিত করা। অর্থাৎ পাতলা পায়খানা, বমি বা জ্বর হলে ঘন ঘন খাবার স্যালাইন বা চিনির সরবত পান করতে হবে। প্রয়োজনে আইভি স্যালাইন (আইভি ফ্লুইড বা ইন্ট্রিভেনাস ফ্লুইড) প্রয়োগ করতে হবে।

৫। শরীর সুস্থ ও সচল রাখার জন্য নিয়মিত হাঁটা ও ব্যায়াম করা।

৬। বয়স্কদের (যাদের বয়স ৫০ বছরের অধিক), যাদের নিজের কিংবা পরিবারের অন্য সদস্যের ডায়াবেটিস বা উচ্চ রক্তচাপ আছে তাদের বৃক্ক নিয়মিত পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে নিয়ন্ত্রণে রাখার ব্যবস্থা গ্রহণ।

৭। ভুল রক্তদান যাতে না ঘটে সেদিকে লক্ষ রাখা। আনাড়ি দাই দিয়ে কোনো অবস্থাতেই প্রসব কিংবা গর্ভপাত না ঘটানো।

৮। চিকিৎসকের পরামর্শ ছাড়া কোনো ওষুধ সেবন না করা।

৯। নিজেকে ধূমপান থেকে বিরত রাখা এবং অন্যকে বিরত থাকতে উৎসাহিত করা।

১০। রক্ত থেকে বিষাক্ত দ্রব্য অপসারণের জন্য **ডায়ালাইসিস** (dialysis)করা।

১১। প্রয়োজনে বিশেষজ্ঞ চিকিৎসকের সাহায্যে **বৃক্ক প্রতিস্থাপন** (kidney transplantation) করা।

[**তথ্য : বৃক্ক বা কিডনি পরিস্কারক খাবার :** আপেল সিডার ভিনিগার, বিট, গাঢ় সবুজ শাক, কালো আঙ্গুর, রসুন, বাদাম ও ডাল, ড্যান্ডিলায়ন শাক, হলুদ, গাজর ইত্যাদি।]

ডায়ালাইসিস ও বৃক্ক প্রতিস্থাপন (Dialysis and Kidney Transplant)

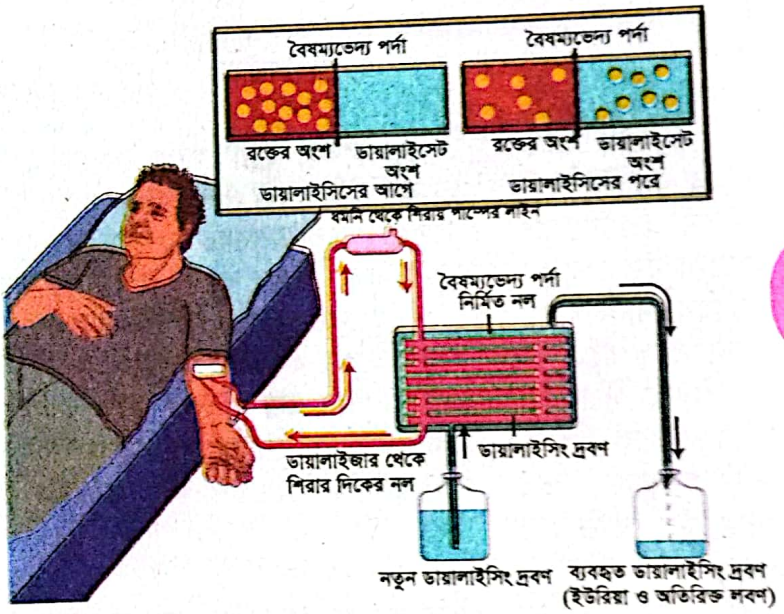
ডায়ালাইসিস (Dialysis)

যে বায়োফিজিক্যাল পদ্ধতিতে একটি বৈষম্যভেদ্য ঝিল্লির মধ্য দিয়ে ব্যাপন প্রক্রিয়ায় একটি নির্দিষ্ট দ্রবণের কেলাস পদার্থের ক্ষুদ্র অণুর কণাগুলো কলয়েড পদার্থের বৃহৎ অণুকণা থেকে পৃথক করা হয় তাকে ডায়ালাইসিস (dialysis) বা **ঝিল্লি বিশ্লেষণ বলে**। সংক্ষেপে, যে প্রক্রিয়ায় বৃক্ক সম্পূর্ণভাবে অকেজো বা বিকল হওয়ার পর শরীরে জমে থাকা বর্জ্য (যেমন– ইউরিয়া, ইউরিক এসিড, ক্রিয়েটিনিন, পটাশিয়াম ইত্যাদি) পরিশোধিত করা হয় তাকে **ডায়ালাইসিস** বলে। এ পদ্ধতি ব্যবহার করে দেহে কৃত্রিম বৃক্কের পরিবেশ সৃষ্টি করে রক্ত থেকে বর্জ্য পদার্থ, অতিরিক্ত পানি অপসারণ করা হয়। রক্তে রেচন বর্জ্যের বৃদ্ধি পাওয়াকে **অ্যাজোটিমিয়া** (azotemia) বলা হয়। মানবদেহে এ অবস্থায় **ইউরেমিয়া** (uremia) নামক অসুখ সৃষ্টি হয়। ডায়ালাইসিস দুই ধরনের– (ক) **হিমোডায়ালাইসিস** (haemodialysis) ও (খ) **পেরিটোনিয়াল ডায়ালাইসিস** (peritonial dialysis)।

(ক) হিমোডায়ালাইসিস (Haemodialysis) : এই পদ্ধতিটি বেশ জটিল। বৃক্কের স্বাভাবিক কার্যকারিতা রক্ষার জন্য ডায়ালাইজার বা কৃত্রিম বৃক্ক বা হিমোডায়ালাইজার নামক একটি যন্ত্র ব্যবহার করা হয়। কৃত্রিম বৃক্কের সাহায্যে রক্তকে পাম্প করে শরীর থেকে বের করে বর্জ্য পদার্থ অপসারণের উদ্দেশ্যে রক্ত পরিস্রুত করে পুনরায় দেহে ফেরত পাঠানোর প্রক্রিয়াকে হিমোডায়ালাইসিস বলে। কৃত্রিম বৃক্ক আসল বৃক্কের মতোই কাজ করে। এই প্রক্রিয়ায় কিছু যন্ত্রপাতি, ডায়ালাইজিং দ্রবণ (ডায়ালাইসেট) ও একটি নমনীয় ডায়ালাইসিস টিউব নিয়ে একটি কৃত্রিম বৃক্ক মেশিন প্রস্তুত করা হয়। ডায়ালাইসিস টিউবটি লম্বা, এর দুই প্রান্ত খোলা এবং মাঝের অংশ জিগজ্যাগভাবে বৃক্ক মেশিনের ভেতরে ডায়ালাইজিং দ্রবণে শায়িত অবস্থায় থাকে।

কার্যপদ্ধতি : প্রথমে রোগীর বাহুর নিম্ন প্রান্ত বা পায়ের ধমনির ভেতর **ক্যাথেটার** নামক ফাঁপা নলাকার সুচ প্রবেশ করানো হয়। ক্যাথেটারের পেছন দিকে ডায়ালাইসিস টিউবের এক প্রান্ত লাগিয়ে দেওয়া হয় এবং টিউবের অন্য প্রান্ত আর একটি ক্যাথেটারের সাহায্যে বাহু বা পায়ের শিরার মধ্যে প্রবেশ করানো হয়। ডায়ালাইসিস টিউবের মাঝের অংশ জিগজ্যাগভাবে বৃক্ক মেশিনের ডায়ালাইসিস দ্রবণে শায়িত অবস্থায় থাকে। এবার ব্লাড পাম্পের সাহায্যে ধমনি থেকে রক্ত বের করে শিরার দিকে চালনা করা হয়। রক্ত ধীরে ধীরে কিডনি মেশিনে ডায়ালাইসিস দ্রবণে শায়িত ডায়ালাইসিস টিউবের ভেতর দিয়ে প্রবাহিত হয়। ডায়ালাইসিস টিউবটি অর্ধভেদ্য ঝিল্লি নির্মিত হওয়ায় ব্যাপন প্রক্রিয়ায় অতিক্ষুদ্র অণু ও পানি ব্যাপিত হয় কিন্তু রক্তকণিকা, প্রোটিন অণু বড় হওয়ায় ব্যাপিত হতে পারে না। ফলে রক্তের অবাঞ্ছিত বস্তু বিশেষ করে ইউরিয়া, অতিরিক্ত সোডিয়াম, পটাশিয়াম ইত্যাদি অপসারিত হয় এবং রক্তের প্রয়োজনীয় বস্তু থেকে যায়। কিডনি মেশিনে স্বয়ংক্রিয়ভাবে অসমোরেগুলেশন অব্যাহত থাকে কারণ এখানে রোগীর রক্তের অভিস্রবণিক ঘনত্ব অনুযায়ী রক্তে পানি প্রবেশ করে বা পানি বের হয়ে যায়। এভাবে রক্ত পরিস্রুত হয়ে টিউবের অন্য প্রান্ত দিয়ে বাহু বা পায়ের শিরায় প্রবেশ করে। রক্ত কিডনি মেশিন থেকে টিউবের মাধ্যমে বের হয়ে শিরার দিকে প্রবাহিত করার সময় রক্তে যাতে কোনো বুদবুদ না থাকে তার জন্য টিউবের গোড়ায় বুদবুদ ফাঁদ থাকে। এটি বুদবুদ অপসারণ করে।

[অন্যভাবে এ পদ্ধতিতে প্রথমে রোগীর হাত বা পায়ের একটি ধমনি ও একটি শিরার মাঝে আর্টেরিওভেনাস গ্রাফট (Arteriovenous graft) বা গর্টেক্স গ্রাফট (Gortex graft) একটি প্লাস্টিকের নল স্থাপন করা হয়। এ পদ্ধতিকে আর্টেরিওভেনাস ফিস্টুলা (Arteriovenous fistula) বা সিমিনো ফিস্টুলা (Cimino fistula) বলা হয়। এ ফিস্টুলাতে সুঁইযুক্ত দুটি নল স্থাপন করা হয়, যাতে একটি নল দিয়ে রক্ত (ধমনি হতে) ডায়ালাইসিস মেশিনে যেতে পারে এবং অন্যটি দিয়ে বিশুদ্ধ রক্ত দেহে (শিরা দিয়ে) ফিরে আসতে পারে।]



চিত্র ৬.৭.১ : রোগীর হিমোডায়ালাইসিস করা হচ্ছে

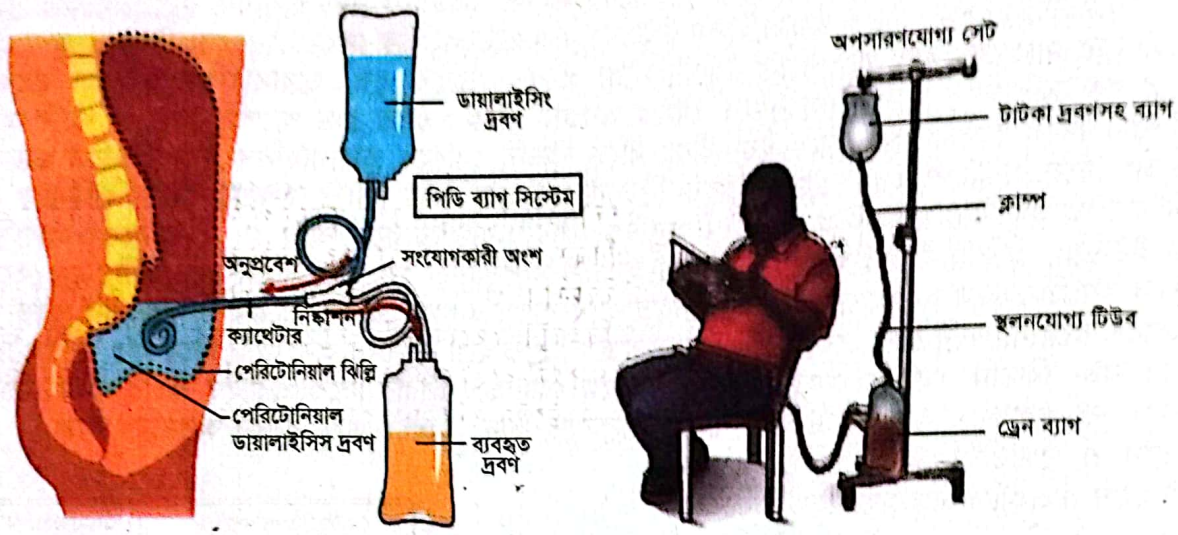
ডায়ালাইসেট (Dialysate) : হিমোডায়ালাইসিসের উদ্দেশ্যে ডায়ালাইসিস টিউব যে দ্রবণে রাখা হয় তাকে **ডায়ালাইসেট** বা **ডায়ালাইসিং দ্রবণ** বলে। ডায়ালাইসেটের উপাদানগুলো হলো– সঠিক আয়নিক তাপমাত্রা (স্থির দেহের তাপমাত্রা), সঠিক আয়নিক ভারসাম্য, বিশেষ করে Na^+, K^+, Cl^-, Mg^{++}, Ca^{++}, HCO_3^- (এসিটেট রূপে); অতিরিক্ত পুষ্টি, যেমন– গ্লুকোজ; সঠিক pH ও বাফারিং ক্ষমতা ইত্যাদি।

সতর্কতা : রক্ত ও ডায়ালাইসেট দ্রবণ চালনা করার সময় কতকগুলো বিষয়ে সতর্ক থাকতে হয়। যেমন– ডায়ালাইসেট দ্রবণকে সামান্য উষ্ণ করা হয় যাতে এর উষ্ণতা রক্তের উষ্ণতার সঙ্গে সমান হয়। তাছাড়া ডায়ালাইসেট দ্রবণ ও রক্তের চাপের যাতে তারতম্য সৃষ্টি না হয় সেদিকে লক্ষ রাখতে হয়। চাপের তারতম্য ঘটলে অর্ধভেদ্য ঝিল্লি ফেটে যাওয়ার সম্ভাবনা থাকে।

(খ) পেরিটোনিয়াল ডায়ালাইসিস (Peritonial dialysis) : কৃত্রিম ঝিল্লির পরিবর্তে দেহে অবস্থিত প্রকৃত পেরিটোনিয়াল ঝিল্লিকে ডায়ালাইসিং ঝিল্লি হিসেবে ব্যবহার করে বৃক্কের ডায়ালাইসিস প্রক্রিয়াকে পেরিটোনিয়াল ডায়ালাইসিস বলে।

এই পদ্ধতিতে শল্যচিকিৎসার মাধ্যমে রোগীর দেহের উদরীয় অঞ্চলে পেরিটোনিয়াল ঝিল্লিতে একটি ক্যাথেটার (প্লাস্টিক নল) বসানো হয়। নলটির মধ্য দিয়ে ডায়ালাইসিং দ্রবণ (ডায়ালাইসেট) প্রবেশ করিয়ে কয়েক ঘণ্টা রেখে দেওয়া হয়। এই সময়ে উদরীয় অঞ্চলের ছোট ছোট রক্তনালির রক্ত থেকে বর্জ্য পদার্থ, অতিরিক্ত পানি ব্যাপন প্রক্রিয়ায় ডায়ালাইসিং দ্রবণে চলে আসে। এরপর বর্জ্য পদার্থ অতিরিক্ত পানির সহিত ডায়ালাইসিং দ্রবণ ড্রেন ব্যাগে

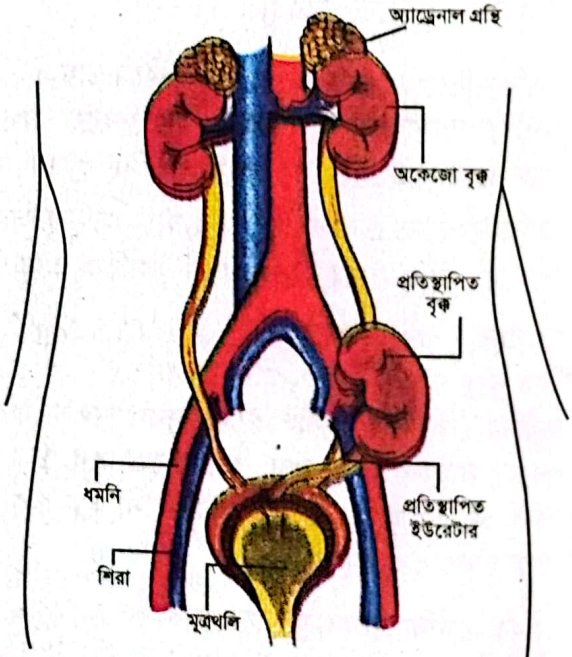
জমা হয়। দিনে ৩/৪ বার ডায়ালাইসিং দ্রবণ প্রতিস্থাপন করা হয়। যেহেতু ওই সময়ে রোগী স্বাধীনভাবে তার স্বাভাবিক কাজকর্ম চালিয়ে যেতে পারে, তাই এই ডায়ালাইসিসকে CAPD (Continuous Ambulatory Peritonial Dialysis) বলা হয়। এই প্রক্রিয়া সহজ ও কম ব্যয়সাপেক্ষ হলেও সংক্রমণের (পেরিটোনাইটিস) সম্ভাবনা অনেক বেশি। এ পদ্ধতি বাসাতেও পরিচালনা করা যেতে পারে। সঠিক সময়ে ডায়ালাইসিস করালে ও ওষুধ সেবন করলে বৃক্ক আবার ভালো হতে পারে। তাই বৃক্কের সমস্যা হলেই চিকিৎসকের শরণাপন্ন হতে হবে।



চিত্র ৬.৭.২ : পেরিটোনিয়াল ডায়ালাইসিস

বৃক্ক প্রতিস্থাপন (Kidney Transplant)

কোনো ব্যক্তির দুটি বৃক্ক বিকল হয়ে গেলে সে ক্ষেত্রে পুঙ্খানুপুঙ্খ রূপে পরীক্ষা-নিরীক্ষা করে যথোপযুক্ত বৃক্ক সংগ্রহ করে তা প্রতিস্থাপন করা হয়। বৃক্ক প্রতিস্থাপন একটি আধুনিক চিকিৎসা ব্যবস্থা। এক্ষেত্রে কিডনি সার্জন রোগীর দেহের শ্রোণিদেশে (তলপেটে) অপারেশনের মাধ্যমে দাতাবৃক্কটি বা নতুন বৃক্কটি (নিকট আত্মীয় বা অনাত্মীয় বা মৃত ব্যক্তির বৃক্ক) স্থাপন করা হয় এবং বিকল বৃক্কটি অপসারণ করা হয় অথবা বিকল বৃক্ক থেকে কোনো রোগ সংক্রমণের সম্ভাবনা না থাকলে বৃক্কটি রেখে দেওয়া হয়। কারণ এই বৃক্ক অনেক সময় সচল হতে পারে। নতুন বৃক্কের ধমনি ও শিরাকে রোগীর ধমনি ও শিরার সঙ্গে যুক্ত করে দেওয়া হয়। একই সঙ্গে প্রতিস্থাপিত ইউরেটারকে সরাসরি মূত্রথলির অভ্যন্তরে প্রবেশ করানো হয়। নতুন স্থাপিত বৃক্কের ভেতরে রক্ত প্রবাহিত হওয়ার পর স্বাভাবিক বৃক্কের মতো মূত্র তৈরি করে।



চিত্র ৬.৭.৩ : বৃক্ক প্রতিস্থাপন

সতর্কতা :

১। দাতার দেহ থেকে বৃক্ক সংগ্রহের ৪৮ ঘণ্টার মধ্যে রোগীর দেহে (গ্রহীতার) প্রতিস্থাপন করতে হবে।

২। সংগৃহীত বৃক্কটি HIV বা অন্যান্য সংক্রমণ মুক্ত ও সুস্থ হতে হবে।

৩। বৃক্কদাতা ও গ্রহীতার ব্লাড গ্রুপ অবশ্যই এক হতে হবে।

৪। বৃক্কদাতা ও গ্রহীতার উভয়ের টিস্যুর ধরনও এক হতে হবে।

৫। বৃক্ক প্রতিস্থাপনের পর চিকিৎসকের পরামর্শ অনুযায়ী নিয়মিত ওষুধ খেতে হবে।

উল্লেখ্য যে কোনো ব্যক্তির দুটি বৃক্কের মধ্যে একটি বৃক্ক সুস্থ থাকলে সে সুষ্ঠুভাবে জীবনযাপন করতে পারে। তবে যদি দুটি বৃক্কই বিকল বা অকেজো হয়ে পড়ে তখন শেষ চিকিৎসা হিসেবে বৃক্ক প্রতিস্থাপন করা হয়। যেহেতু কিডনি রোগ প্রতিরোধ সম্ভব কাজেই এ বিষয়ে সচেতনতা বৃদ্ধি করতে হবে।

❑ **কাজ :** (i) বৃক্ক বিকল হলে গৃহীত সাময়িক বিকল্প পদ্ধতিগুলোর মধ্যে কোনটি সুবিধাজনক বলে তুমি মনে কর? বুঝিয়ে লেখ। (ii) N_2 জনিত বর্জ্য নিষ্কাশনে নিয়োজিত অঙ্গের বিকলতা মানবজীবনের জন্য হুমকিস্বরূপ– বিশ্লেষণ কর। (iii) সহপাঠীদের নিয়ে বৃক্কের তাৎক্ষণিক বিকল, ডায়ালাইসিস ও বৃক্ক প্রতিস্থাপনের উপর একটি তথ্যবহুল পোস্টার তৈরি করে শ্রেণিশিক্ষকের সহায়তায় কলেজ বোর্ডে স্থাপন কর।

৬.৫ রক্ত ও মূত্রে হরমোনের ক্রিয়া (Hormonal function in Blood and Urine)

রক্ত ও মূত্রের বিভিন্ন কাজে একাধিক হরমোন গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে। এদের মধ্যে **অ্যান্টি ডাইইউরেটিক হরমোন** (Anti Diuretic Hormone, ADH), **অ্যালডোস্টেরন** (aldosterone), **এরিথ্রোপয়েটিন** (erythropoietin), **প্রোস্টাগ্ল্যান্ডিন** (prostaglandin) এবং **অ্যানজিওটেনসিন** (angiotensin) বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য। মানবদেহে মূত্রের ঘনত্ব, রক্তে সোডিয়ামের মাত্রা ও রক্তের pH নিয়ন্ত্রণে হরমোনের ক্রিয়া সংক্ষেপে নিচে উপস্থাপন করা হলো–

মূত্রের ঘনত্ব নিয়ন্ত্রণ (Control of Urine Concentration)

কোষের অভ্যন্তরে সঠিকমাত্রায় তরল পদার্থ থাকা অর্থাৎ পানির সমতা বজায় থাকা মানবজীবনের জন্য অপরিহার্য। অন্যথায় দেহে বিভিন্ন ধরনের জটিল সমস্যা সৃষ্টি হয়। দেহের এই সাম্যাবস্থা বজায় রাখতে অর্থাৎ মূত্রের ঘনত্ব নিয়ন্ত্রণে বৃক্ক গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। আর বৃক্কের এই প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণে **অ্যান্টি ডাইইউরেটিক হরমোন** বা **ভ্যাসোপ্রেসিন** (ADH-Anti Diuretic Hormone or vasopressin) হরমোন কার্যকর ভূমিকা পালন করে। ADH-এর প্রভাবে বৃক্কের পানিশোষণ মাত্রা নিয়ন্ত্রিত হয়। মস্তিষ্কের হাইপোথ্যালামাসে অবস্থিত কিছু স্নায়ু কোষ বা **অসমোরিসেপ্টর** (osmoreceptor) পানির সমতা নিয়ন্ত্রণের লক্ষ্যে পশ্চাৎ পিটুইটারি গ্রন্থিকে ADH নিঃসরণে যথাযথভাবে উদ্দীপ্ত করা অথবা বাধা দেওয়ার জন্য নির্দেশনা প্রেরণ করে। ফলে দেহে পানি গ্রহণের পরিমাণ কম হলে অথবা অত্যধিক ঘাম নিঃসৃত হলে কিংবা লবণ গ্রহণের পরিমাণ অধিক হলে রক্তের ঘনত্ব বৃদ্ধি পায়।

এ সময়ে অসমোরিসেপ্টর ADH নিঃসরণের জন্য নির্দেশনা পাঠায়। ADH এর উপস্থিতিতে পানি নিঃসরণ পথ (water channel) সংখ্যায় বৃদ্ধি পায় এবং গ্লোমেরুলার ফিলট্রেট থেকে অভিস্রবণের মাধ্যমে পানি বৃক্কের কর্টেক্স ও মেডুলায় যায়। ফলে মূত্রে পানির পরিমাণ কমে যায় এবং পানি রক্তে ফেরত আসে। অর্থাৎ মূত্রের ঘনত্ব বৃদ্ধি পায়। আবার, যখন পানি গ্রহণের পরিমাণ অনেক বৃদ্ধি পায় তখন উল্টো প্রক্রিয়া ঘটে। অর্থাৎ রক্তের ঘনত্ব কমে যায় এবং ADH নিঃসরণ হ্রাস পায়। এতে ডিস্টাল প্যাঁচানো নালিকা এবং সংগ্রাহক নালিকার প্রাচীর পানি অপ্রবেশ্যতা সৃষ্টি করে। ফলে মেডুলা দিয়ে যে ফিলট্রেট অতিক্রম করে সেখান হতে পানি পুনঃশোষণ কমে যায়। এ কারণে মূত্রের তরলতা বৃদ্ধি পায়। উল্লেখ্য যে, হাইপোথ্যালামাসে একটি পিপাসা **নিয়ন্ত্রণ কেন্দ্রও** (thirst centre) রয়েছে। যখন রক্তের ঘনত্ব বৃদ্ধি পায় তখন এই কেন্দ্র পিপাসার উদ্দীপনা সৃষ্টির সংকেত প্রদান করে। পানির পরিমাণ হ্রাসের কারণে রক্তরসের পরিমাণ কমে গেলে কিংবা গাঢ়তা বাড়লে বৃক্কের অ্যাড্রেনাল কর্টেক্স থেকে ক্ষরিত হরমোন অ্যাল্ডোস্টেরন (aidosterone) মূত্রে সোডিয়াম আয়নের (Na^+) রেচন কমিয়ে পরোক্ষভাবে পানির রেচনও হ্রাস করে থাকে।

ADH ∝ মূত্রের ঘনত্ব

রক্তে সোডিয়ামের মাত্রা নিয়ন্ত্রণ (Control of Sodium in Blood)

অ্যাড্রেনাল গ্রন্থির কর্টেক্স অঞ্চল থেকে নিঃসৃত **অ্যালডোস্টেরন** (aldosterone) রক্তের প্লাজমায় সোডিয়াম আয়নের (Na^+) পরিমাণ নিয়ন্ত্রণ করে। এই হরমোনটি পানির পুনঃশোষণও প্রভাবিত করে। সোডিয়াম আয়নের পরিমাণের সাথে ক্লোরাইড আয়নের পরিমাণ সম্পৃক্ত। শরীরে সোডিয়াম আয়নের পরিমাণ কমে গেলে পানির পরিমাণও কমে যায়। এতে রক্তের আয়তন বা ভলিউম কমে যায় ফলে রক্তচাপও কমে যায়। আয়তন ও চাপ কমে গেলে ডিস্টাল নালি ও অ্যাফারেন্ট ধমনিকার মাঝখানে অবস্থিত **জাক্সটাগ্লোমেরুলার কমপ্লেক্স** (juxtaglomerular complex) নামক এক গুচ্ছ সংবেদী কোষ উদ্দীপিত হয় এবং **রেনিন** (renin) এনজাইম ক্ষরণ করে। যকৃৎ থেকে উৎপন্ন ও প্লাজমায় অবস্থিত একধরনের প্রোটিনকে (অ্যানজিওটেনসিনোজেন-angiotensinogen) রেনিন সক্রিয় করে **অ্যানজিওটেনসিন** (angiotensin) হরমোনে পরিণত করে। এই হরমোন অ্যাড্রেনাল গ্রন্থির কর্টেক্স অঞ্চল থেকে অ্যালডোস্টেরন ক্ষরণে উদ্দীপিত করে। অ্যালডোস্টেরন রক্ত দ্বারা বাহিত হয়ে ডিস্টাল প্যাঁচানো নালিকায় পৌঁছায় এবং নালিকার কোষগুলোতে **সোডিয়াম-পটাশিয়াম পাম্প** (sodium-potassium pump)-কে উদ্দীপিত করে। ফলে ডিস্টাল প্যাঁচানো নালিকা থেকে Na^+ বেরিয়ে নালিকার চারপাশের কৈশিকজালিকায় প্রবেশ করে। অপরদিকে, K^+ প্রবেশ করে কৈশিকজালিকা থেকে ডিস্টাল প্যাঁচানো নালিকায়।

অ্যালডোস্টেরন বৃক্ক ও অন্ত্রে সোডিয়াম আয়নের পরিশোষণ বাড়ায় এবং ঘামে কম সোডিয়াম ত্যাগকে উদ্দীপিত করে। ফলে রক্তে সোডিয়াম আয়নের পরিমাণ বাড়ার সাথে সাথে ক্লোরাইড আয়নের পরিমাণ সমভাবে বেড়ে যায়। এতে অভিস্রবণ প্রক্রিয়ায় পানির পরিমাণ বেড়ে গিয়ে রক্তের আয়তন বা ভলিউম ও রক্তের চাপ পূর্বাবস্থায় ফিরে যায়। প্রতিদিন গ্লোমেরুলাসের পরিস্রুত ৫৬০ গ্রাম Na^+ আয়নের মধ্যে প্রক্সিমাল প্যাঁচানো নালিকায় ৪৯০ গ্রাম এবং ডিস্টাল প্যাঁচানো নালিকায় ৬৫ গ্রাম Na^+ পুনঃশোষিত হয়। অবশিষ্ট ৫ গ্রাম মূত্রের সঙ্গে নিঃসরিত হয়। Na^+ পরিশোষণে অ্যালডোস্টেরন হরমোন অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

৬ অধ্যায়

আবার রক্তরসের আয়তন বেড়ে গেলে হৃৎপিণ্ডের প্রাচীরে বিদ্যমান কিছু কোষ অ্যাট্রিয়াল ন্যাট্রিইউরেটিক হরমোন (Atrial Natriuretic Hormone -ANH) ক্ষরণ করে যা অ্যালডোস্টেরন নিঃসরণে বাধা দিয়ে রক্তে সোডিয়ামের মাত্রা নিয়ন্ত্রণে ভূমিকা রাখে। খাদ্যের সঙ্গে অতিরিক্ত লবণ গ্রহণ করলে রক্তের সোডিয়াম আয়নের পরিমাণ বেড়ে যায়। এতে পানির পরিমাণ বেড়ে যায়। ফলে রক্তচাপ বাড়ে। তাই যাদের উচ্চ রক্তচাপ আছে তাদের অতিরিক্ত লবণ (সোডিয়াম ক্লোরাইড) গ্রহণ থেকে বিরত থাকা উচিত।

রক্তের pH নিয়ন্ত্রণ (Control of Blood pH)

pH-এর অর্থ হলো দ্রবণে হাইড্রোজেন আয়নের শক্তি বা ঘনত্ব। অর্থাৎ হাইড্রোজেন আয়নের ঘনমাত্রার পরিমাপকে pH বলে। স্বাভাবিক মানের তুলনায় হাইড্রোজেন আয়নের ঘনমাত্রার সামান্য পরিবর্তন হলে কোষীয় রাসায়নিক বিক্রিয়ার হারকে উল্লেখযোগ্য পরিবর্তন ঘটায়। নিউট্রাল pH হলো ৭.০। ৭.০ এর কম হলে অম্লীয় pH এবং অধিক হলে ক্ষারীয় pH। দেহে pH নিয়ন্ত্রণ বলতে প্রকৃতপক্ষে দেহ তরলে বিশেষ করে বহিঃকোষীয় তরলে হাইড্রোজেন আয়নের নিয়ন্ত্রণকে বোঝায়। হাইড্রোজেন আয়নের উচ্চ ঘনত্বে অর্থাৎ অ্যাসিডোসিস অবস্থায় মানুষ অচেতন হয়ে পড়ে এবং মৃত্যুবরণ করে। অন্যদিকে হাইড্রোজেন আয়নের ঘনত্ব হ্রাস পেলে অর্থাৎ অ্যালক্যালোসিস অবস্থায় প্রচণ্ড খিঁচুনিতে মানুষ মারা যায়। মানুষের রক্তের প্লাজমার স্বাভাবিক pH হলো ৭·৩৫ থেকে ৭.৪৫।

স্বাভাবিক অবস্থায় দেহতরলের pH এর মান ৭.৩-৭·৭ 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 কলা থেকে কলাতে CO_2 উৎপাদনের ওপর নির্ভর করে। বহিঃকোষীয় তরলের pH মানের যে কোনো ধরনের পরিবর্তন অন্তঃকোষীয় তরলের pH মানের উপর প্রভাব ফেলে। দেহতরলের অম্ল ও ক্ষারের ভারসাম্য রক্ষায় বা pH নিয়ন্ত্রণে বৃক্ক মুখ্য ভূমিকা রাখে। pH নিয়ন্ত্রণে বৃক্কের প্রাথমিক কাজ হলো দেহতরলের অ্যানায়ন ও ক্যাটায়নসমূহ সংরক্ষণ করা। বৃক্ক হাইড্রোজেন আয়ন (H^+) ক্ষরণ এবং বাইকার্বনেট আয়ন (HCO_3^-) পুনঃশোষণ দ্বারা রক্তের এসিড বেস নিয়ন্ত্রণ করতে সহায়তা করে। দেহের আয়নসমূহের সার্বিক সংখ্যা ও ঘনত্ব স্বাভাবিক রাখার জন্য বৃক্ক প্রধানত দুটি কাজ সম্পন্ন করে-

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

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

বৃক্কের H^+ নিঃসরণ নির্ভর করে অন্তঃকোষীয় তরলের pH মানের উপর যা বহিঃকোষীয় তরলের pH মানের ওপর 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।

অ্যাড্রেনাল গ্রন্থি ক্ষরিত অ্যালডোস্টেরন হরমোন দ্বারা বৃক্কের H^+ রেচন মাত্রা নিয়ন্ত্রিত হয়। দেহের প্রয়োজন অনুযায়ী বৃক্ক HCO_3^- পুনরুদ্ধার করে। ইহা নির্ভর করে বৃক্কের H^+ নিঃসরণ ও বৃক্কীয় নালিতে বিদ্যমান HCO_3^- এর পরিমাণের ওপর। যখন বৃক্কীয় নালিকার তরলে যথেষ্ট পরিমাণ H^+ বিদ্যমান থাকে অথবা তাতে HCO_3^- এর পরিমাণ কম থাকে তখন তরল থেকে সব ধরনের বাইকার্বনেট শোষিত হয়। কিন্তু এর বিপরীত অবস্থা হলে HCO_3^- মূত্রের সাথে বের হয়ে যায়।

ব্যবহারিক

পরীক্ষণের নাম : বৃক্কের অনুচ্ছেদের স্থায়ী স্লাইড পর্যবেক্ষণ।

[বিশেষ দ্রষ্টব্য : ব্যবহারিক অংশ ৫৬৯ পৃষ্ঠা দ্রষ্টব্য।]