ইলেকট্রন পরিবহন তন্ত্র: (Electron transport system):

গ্লাইকোলাইসিস ও ক্রেবস চক্রে যে কারবক্সলিক ফিডগুলি সংশ্লেষিত হয় তাতে আণবিক O_2 লাগেনা, NAD ও FAD কারকরূপে কাজ করে বিভিন্ন অক্সিডেজ এনজাইমগুলিকে বাহিত করে এবং বিক্রিয়ার শেষে নিজেরা বিজারিত হয়ে NADH, ও $FADH_2$ গঠন করে।

যেসব অক্সিডেজ এনজাইমের সাহায্যে সাইটোক্রোমগুলির অক্সিজেনের উপস্থিতে বিভিন্ন ইলেকট্রন বাহকগুলি যে প্রক্রিয়ায় সাহায্যে বিজারিত NAD ও FAD কে বাহিত করে এবং আণবিক অক্সিজেনের উপস্থিতিতে জল ও উচ্চ স্বাচ্ছন্দ্যসংশ্লিষ্ট ATP অণু উৎপন্ন করে তাকে ইলেকট্রন পরিবহন তন্ত্র বলে।

বিক্রিয়ার ধাপ: সাইটোক্রোমগুলির তন্ত্রপথে ইলেকট্রন পরিবহনতন্ত্র পরিচালনা করার জন্য চারটি কমপ্লেক্স পৃথক পৃথক ভাবে অবস্থান করে।

Complex I (NADH – Q Reductase complex):

এই কমপ্লেক্সে NADH+H⁺ উপস্থিত হলেজ NADH dehydrogenase দ্বারা জারিত হয়, এই বিক্রিয়ায় 2H⁺ নির্গত হয়, এই কমপ্লেক্সে Flavin mononucleotide (FMN) ও কয়েকটি fe-S কেন্দ্র থাকে, complex-I এর পরে CoA-Q বা ubiquinone নামক ইলেকট্রনবাহক থাকে- যা ইলেকট্রনকে complex – I থেকে complex II তে পরিচালিত করে।

Complex II (Succinate Q-Reductase complex):

ক্রেবসচক্রের Succinic acid এইভাবে জারিত হয়ে Fumaric acid-এ রূপান্তরিত হয়, এবং এই বিক্রিয়ার ফলে নির্গত ইলেকট্রন তারপর Ubiquinone-এ গিয়ে জমা হয়। এই বিক্রিয়ার ফলে Ubiquinone বিজারিত হয়।

Complex – III (cytochrome-c Reductase complex):

বিজারিত ubiquinone থেকে পরবর্তী পর্যায়ে ইলেকট্রন এই complex-এ তারপর ubiquinone জারিত হয়। দ্বিতীয় ইলেকট্রন bc_1 complex থেকে cytochrome-c-এর সাহায্যে complex-IV বা cytochrome a/a_3 তে যায়।

complex-IV (cytochrome c Oxidase complex):

এই কমপ্লেক্সে cytochrome a ও a_3 থাকে বা complex III থেকে ইলেকট্রন গ্রহণ করায় cytochrome bc_1 পুনরায় জারিত হয়। এই complex থেকে নির্গত ইলেকট্রন H^+ তাপন ও অক্সিজেন গ্রহণের প্রক্রিয়ার সাথে যুক্ত হয়ে জল গঠন করে। আণবিক O_2 থাকার কারণেই এই পর্যায়ই aerobic হয় এবং এই বিক্রিয়াকে প্রকৃতির শ্বাসন বলে।

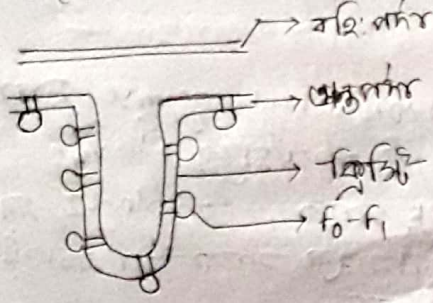
$$2H^+ + \frac{1}{2}O_2 + 2e^- \text{ (complex IV থেকে নির্গত)} \longrightarrow H_2O.$$

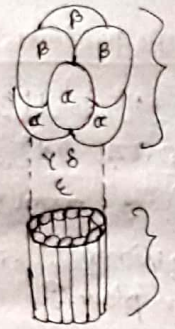
Scanned with CamScanner

প্রত্যেকটি সাইটোক্রোম অণুগুলি লৌহঘটিত প্রোটোপ্রোটিন নিয়ে, এই প্রোটিনের অন্তর্গত লৌহ (Fe^{3+}) ইলেকট্রন গ্রহণ করার ফলে Fe^{2+} এ রূপান্তরিত হয়। এই ধরনের বিজারিত cytochrome অবার পরবর্তী cytochrome কে ইলেকট্রন প্রদান করে পুনরায় অক্সিত (Fe^{3+}) হয়।

F_0-F_1 complex বা ATP synthetase:

ইলেকট্রন পরিবহন তন্ত্রের সাথে যে ইলেকট্রন পরিবাহিত হওয়ার সময় সাইটোক্রোমগুলোর ধীরে অক্সুলে থেকে অণুসাথের সাথে নিয়ে H^+ অন্তঃ বহিঃপ্রকোষের দিকে পরিচালিত হয়। এই কারনে বহিঃপ্রকোষ থেকে অর্থাৎ H^+ অন্তঃনের আধিক্য থাকায় অক্সুল থেকে H^+ অন্তঃন ATP synthetase নামক বিশেষ প্রোটিনের সাথে নিয়ে ধীরে অক্সুলে গমন করে। প্রোটোনচালক বলের সাহায্যে ADP ও P_i কে যুক্ত করে ATP উৎপাদন প্রক্রিয়াটিকেই Oxidative phosphorylation বলে।





f_0-f_1 complex.

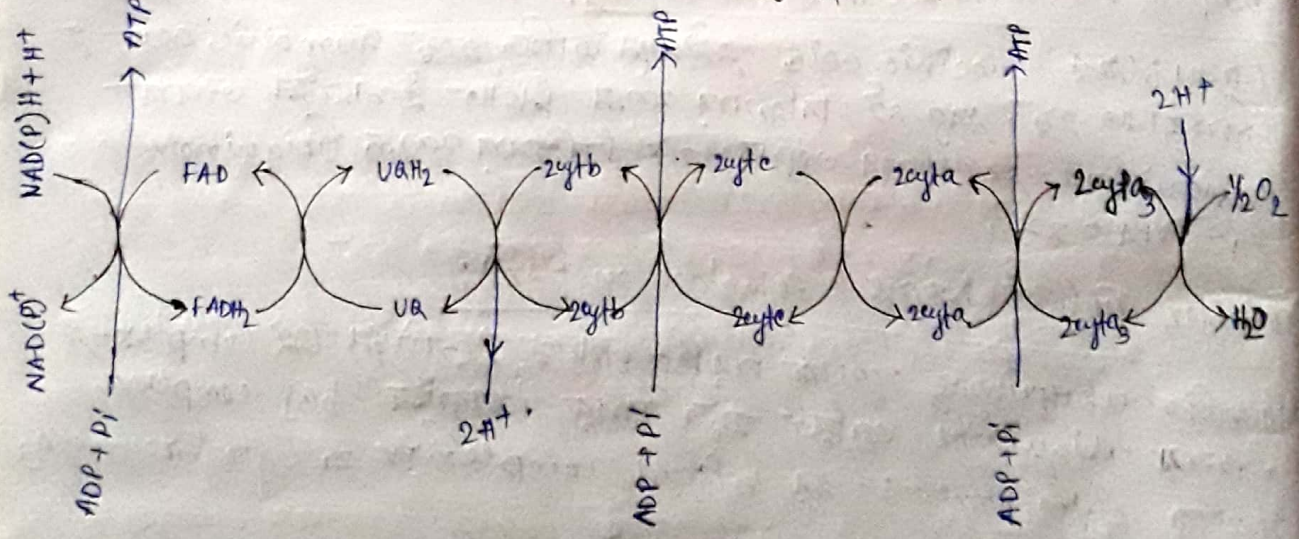


fig : Electron transport system.

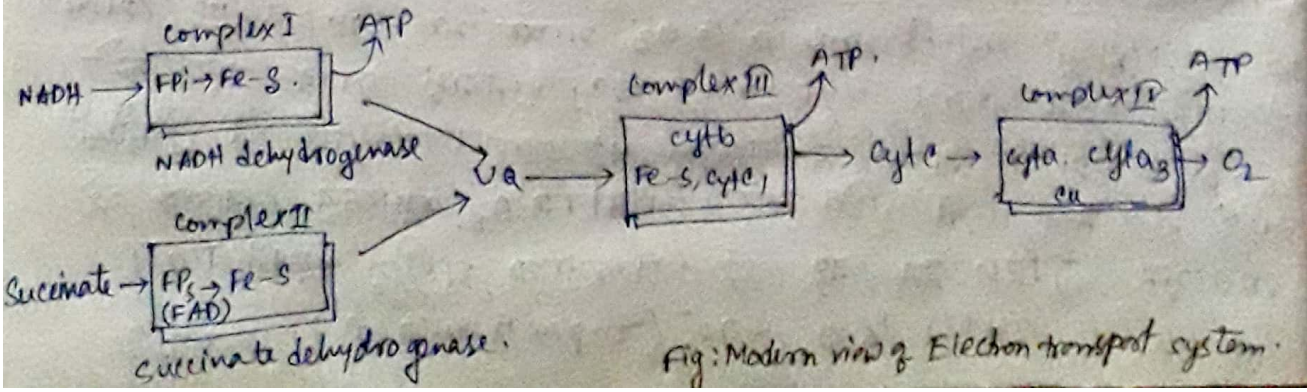


Fig: Modern view of Electron transport system.

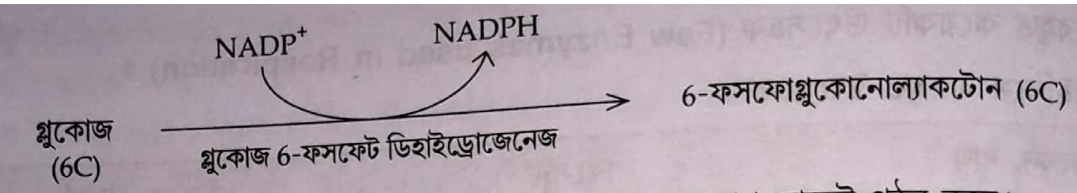
Scanned with CamScanner

10.8 পেন্টোজ মনোফসফেট পথ (Pentose Monophosphate Pathway)

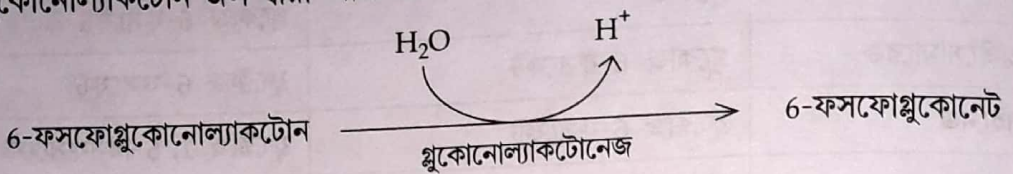
যে পদ্ধতিতে গ্লুকোজ অণু জারিত হয়ে NADPH ও বিভিন্ন ধরনের পেন্টোজ শর্করা উৎপন্ন করে তাকে **পেন্টোজ মনোফসফেট পথ** বা **হেক্সোজ মনোফসফেট শান্ট পথ** (Hexose monophosphate shunt pathway) বলে। এই পথে নিম্নলিখিত পর্যায়ে বিক্রিয়াগুলি সম্পন্ন হয়—

① গ্লুকোজ অণু $NADP^+$ দ্বারা গ্লুকোজ 6-ফসফেট ডিহাইড্রোজেনেজ উৎসেচকের প্রভাবে জারিত হয়ে 6-ফসফোগ্লুকোনোল্যাকটোন উৎপন্ন করে।

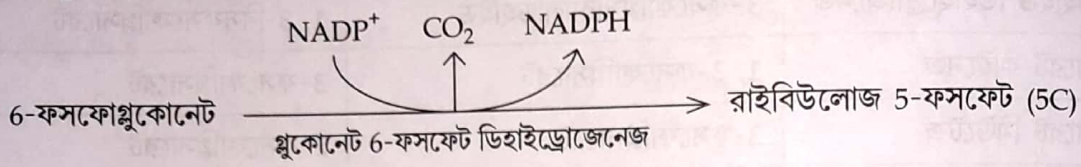
Scanned with CamScanner



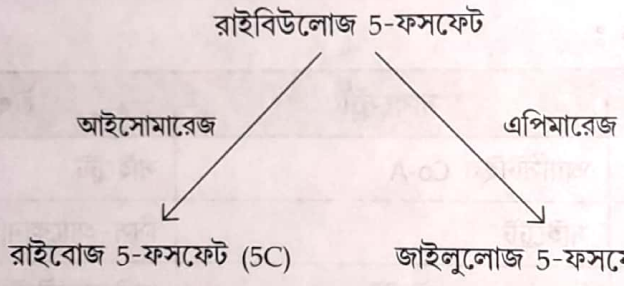
② 6-ফসফোগ্লুকোনোল্যাকটোন জল দ্বারা আর্দ্রবিশ্লেষিত হয়ে 6-ফসফোগ্লুকোনেট গঠন করে।



③ পরবর্তী পর্যায়ে 6-ফসফোগ্লুকোনেটে জারণমূলক ডি-কার্বোক্সিলেশন ঘটে অর্থাৎ যৌগটি জারিত হওয়ার সাথে সাথে এক অণু CO_2 নির্গত করে ও এর ফলে রাইবিউলোজ 5-ফসফেট উৎপন্ন হয়।



④ রাইবিউলোজ 5-ফসফেট নামক 5C যুক্ত যৌগটি পেন্টোজ ফসফেট আইসোমারেজ উৎসেচকের মাধ্যমে রাইবোজ 5-ফসফেট এবং পেন্টোজ ফসফেট এপিমারেজের মাধ্যমে জাইলুলোজ ফসফেটে রূপান্তরিত হয়।



⑤ পরবর্তী ধাপে এই দুটি যৌগ একত্রিত হয়ে ট্রান্সকিটোলেজ উৎসেচকের মাধ্যমে বিশ্লিষ্ট হয়ে 7C যুক্ত সেডোহেপ্টুলোজ 7-ফসফেট এবং 3 কার্বনযুক্ত গ্লিসার‍্যালডিহাইড 3-ফসফেট উৎপন্ন করে।

⑥ পরবর্তী ধাপে গ্লিসার‍্যালডিহাইড 3-ফসফেট এবং সেডোহেপ্টুলোজ 7-ফসফেট যুক্ত হয়ে ট্রান্সঅ্যালডোলেজ উৎসেচকের মাধ্যমে ফ্রুক্টোজ 6-ফসফেট (6C) এবং এরিথ্রোজ 4-ফসফেটে (4C) বিশ্লিষ্ট হয়।

⑦ এরিথ্রোজ 4-ফসফেট আবার এক অণু জাইলুলোজ 5-ফসফেটের সাথে যুক্ত হয়ে আবার এক অণু ফ্রুক্টোজ 6-ফসফেট এবং গ্লিসার‍্যালডিহাইড 3-ফসফেট উৎপন্ন করে। এই বিক্রিয়াটিও ট্রান্সকিটোলেজ উৎসেচক দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়।

⑧ ফ্রুক্টোজ 6-ফসফেট যৌগটি হেক্সোজ ফসফেট আইসোমারেজ উৎসেচকের মাধ্যমে পুনরায় গ্লুকোজ 6-ফসফেটে রূপান্তরিত হয়ে পেন্টোজ ফসফেট পথটি সম্পূর্ণ করে।

পেন্টোজ ফসফেট পথের গুরুত্ব (Importance of pentose phosphate pathway) :

① এটি একটি কার্বোহাইড্রেট বিভাজনের বিকল্প পদ্ধতি তবে এই পথে বিভিন্ন ট্রায়োজ, টেট্রোজ, পেন্টোজ, হেক্সোজ শর্করা উৎপন্ন হয়।

② এই পথের প্রথম পর্যায়ে দুইবার NADPH উৎপন্ন হয়। এই বিজারিত NADP যৌগটি ফ্যাটি অ্যাসিড, মেভালোনিক অ্যাসিড, স্টেরয়েড সংশ্লেষে ব্যবহৃত হয়।

③ রাইবোজ 5-ফসফেট-নিউক্লিক অ্যাসিড ও নিউক্লিওটাইড সংশ্লেষে ব্যবহৃত হয়।

④ এরিথ্রোজ 4-ফসফেট লিগনিন ও অ্যান্থোসায়ানিন সংশ্লেষে নিয়োজিত হয়।

⑤ এই পথে উৎপন্ন গ্লিসার‍্যালডিহাইড 3-ফসফেট এবং ফ্রুক্টোজ 6-ফসফেট গ্লাইকোলাইসিস প্রক্রিয়ায় প্রবেশ করে।

Scanned with CamScanner

শ্বসন অনুপাত (Respiratory Quotient or RQ):

প্রমাণকালে নির্গত কার্বন-ডাই-অক্সাইড গ্যাসের আয়তন মোট গৃহীত অক্সিজেন গ্যাসের আয়তনের অনুপাতকে শ্বসন অনুপাত বা RQ বলে।

সমীকরণ : $RQ = \frac{\text{শ্বসনে নির্গত } CO_2 \text{ এর আয়তন}}{\text{শ্বসনে গৃহীত } O_2 \text{ এর আয়তন}}$

RQ-এর মান খাদ্যবস্তুর রাসায়নিক গঠনের ভিত্তিতে পরিবর্তিত হয়,

$RQ = 1$ (যখন শ্বসন প্রক্রিয়ায় গ্লুকোজ জাতীয় কার্বোহাইড্রেট শ্বসিত হয়)।

$RQ > 1$ (যখন জৈব অ্যাসিড শ্বসিত হয়)।

$RQ < 1$ (যখন প্রোটোপার্শ্ব শ্বসিত হয়)

$RQ = \infty$ (কোনো প্রাণী বা কোনো অঙ্গের শ্বসনে গ্লুকোজ O_2 এর অনুপস্থিতিতে অক্সিজেনের শ্বসিত হয়)

RQ-এর গুরুত্ব:

i) শ্বসনকালে কী ধরনের শ্বসনবস্তু অর্থাৎ খাদ্যবস্তু শ্বসিত হচ্ছে তা শ্বসনের RQ থেকে বোঝা যায়।

ii) RQ থেকে দেহের বিভিন্ন অস্বাভাবিক অবস্থা সম্পর্কে ~~জানা~~ জানা যায়, যেমন → মধুমেহ রোগে RQ কমে যায়।

iii) অক্সিজেন সরবরাহ, ব্যায়াম, পেশীসংকোচন ইত্যাদি অবস্থায় দেহে ল্যাকটিক অ্যাসিড ও CO_2 বেশি উৎপন্ন হয়, তাই RQ বেড়ে যায়।

সাবস্ট্রেটলেভেল ফসফোরাইলেশন (Phosphorylation):

যে পদ্ধতিতে ADP বা GDP জাতীয় জৈব অণু অজৈব ফসফেটের সাথে যুক্ত হয়ে উচ্চ শক্তিসম্পন্ন ATP বা GTP অণু সৃষ্টি করে, তাকে Phosphorylation বলে।

জীবকোষে তিন ধরনের phosphorylation দেখা যায়—

i) Substrate level phosphorylation:

যে প্রক্রিয়ায় কোনো শ্বসনে সাবস্ট্রেট-মূলক শ্বসনজাত-অক্সিজেন ব্যবহৃত করে ADP অণুর সাথে যুক্ত হয়ে ATP উৎপন্ন করে, তাকে Substrate level phosphorylation বলে,

2-phosphoenol pyruvate + ADP $\xrightarrow{\text{Pyruvate Kinase}}$ Pyruvate + ATP

② Oxidative phosphorylation:

ইলেকট্রন পরিবহন শৃঙ্খলের ইলেকট্রন পরিবহনতন্ত্রে অবস্থিত অক্সিজেনের উপস্থিতিতে যে প্রক্রিয়ায় ADP অণু phosphorylation-এর মাধ্যমে ATP অণুতে রূপান্তরিত হয়, তাকে Oxidative phosphorylation বলে।

③ Photophosphorylation:

ক্লোরোফিলের ক্লোরোফিল দ্বারা ক্লোরোফাস্টিকে ব্যবহৃত হয়ে যে প্রক্রিয়ায় ADP অণুর সাথে ইলেকট্রনের মাধ্যমে ATP সৃষ্টি হয়, তাকে photophosphorylation বলে।

Scanned with CamScanner