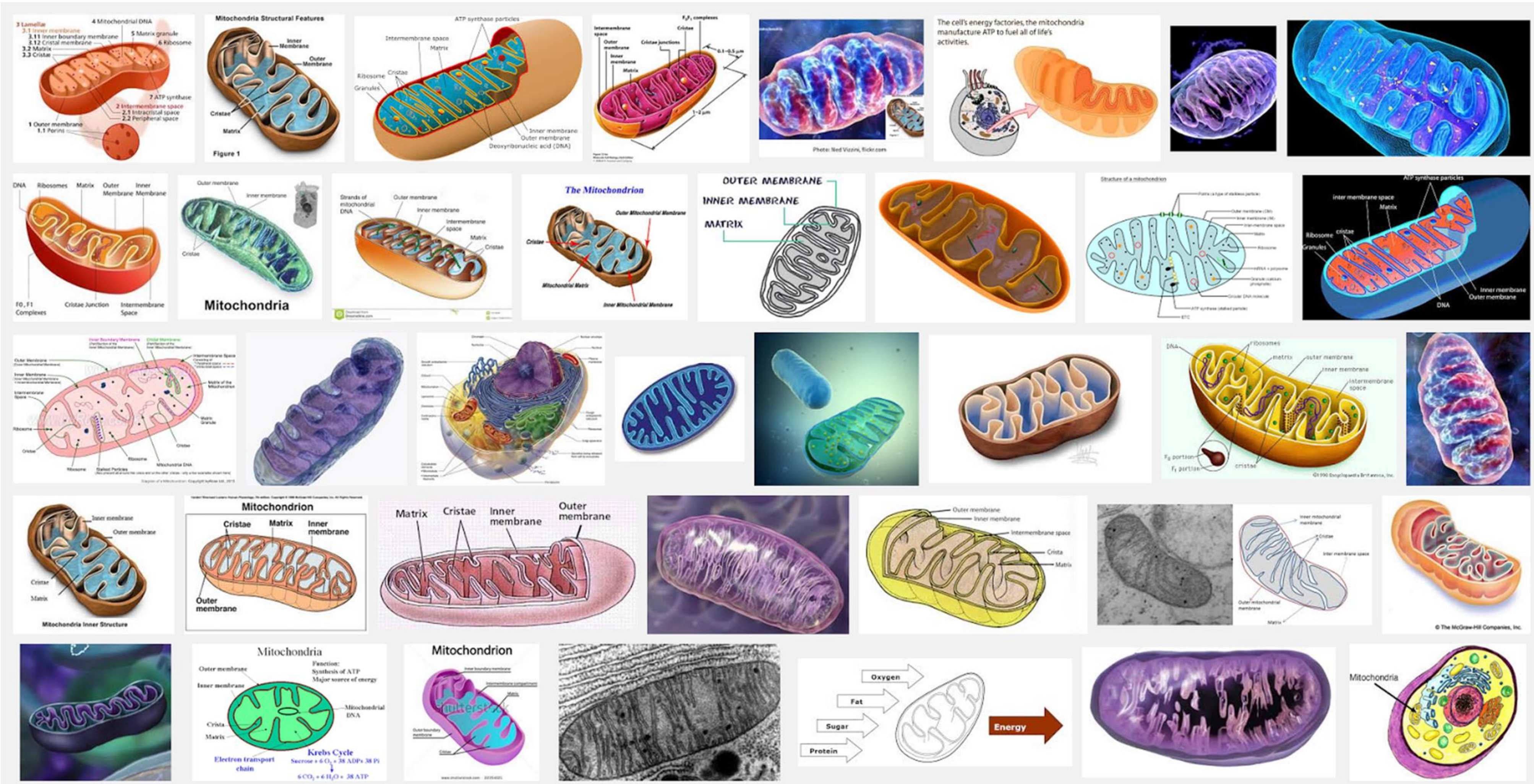
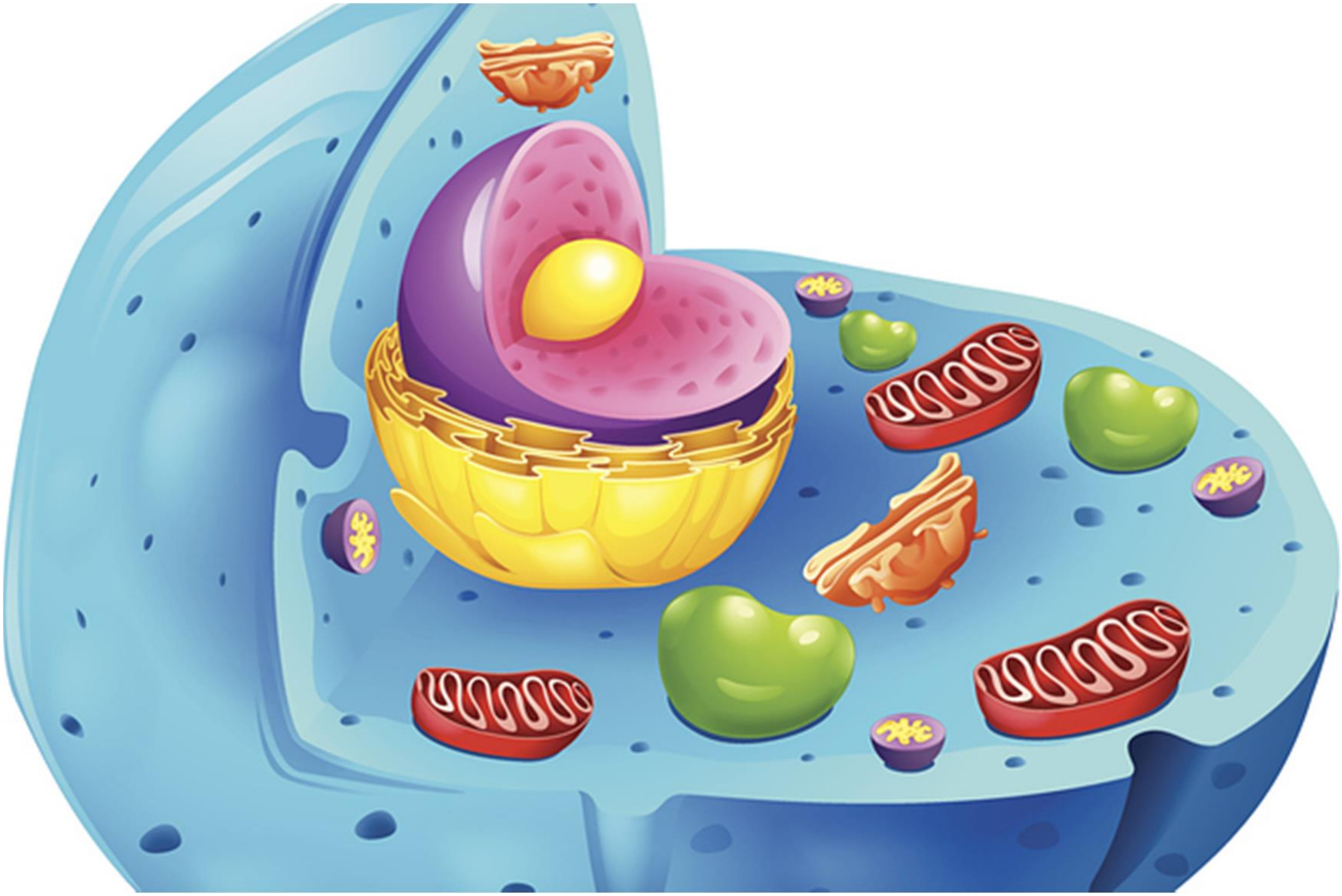
Cell Biology :: III SEM

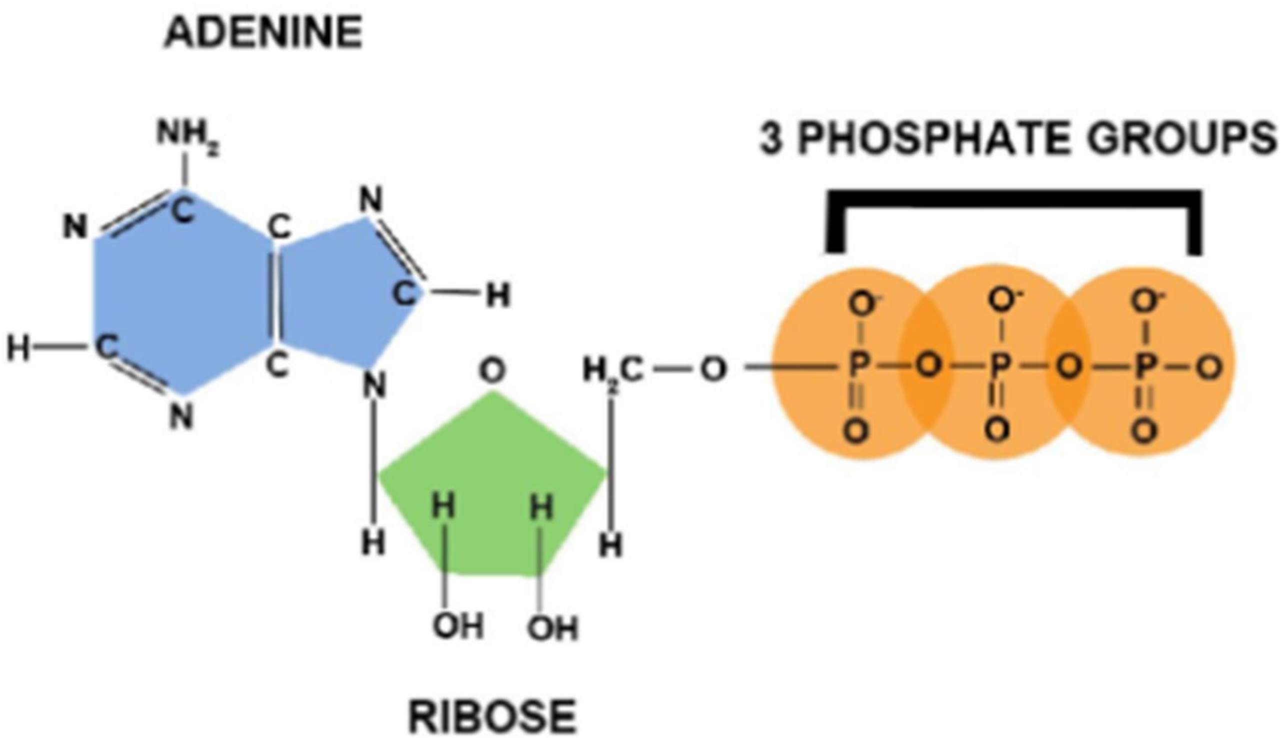
B.R.K KISHORE,LECTURER IN ZOOLOGY
SGK GOVT DEGREE COLLEGE, VINUKONDA

మైటోకాండ్రియా
Mitochondria

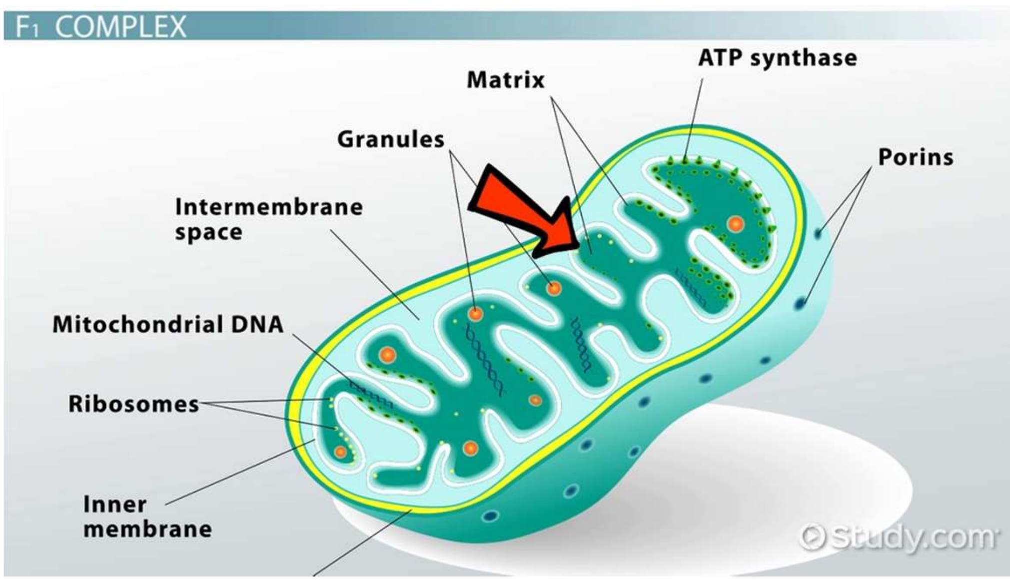


Mitochondria Structural Features
Inner Membrane
Outer Membrane
Cristae
Matrix
Figure 1
ATP synthase particles
Intermembrane space
Matrix
Ribosome
Cristae
Granules
Inner membrane
Outer membrane
Deoxyribonucleic acid (DNA)
The cell's energy factories, the mitochondria manufacture ATP to fuel all of life's activities.
Mitochondria
The Mitochondrion
OUTER MEMBRANE
INNER MEMBRANE
MATRIX
Mitochondria Inner Structure
Mitochondrion
Cristae
Matrix
Inner membrane
Outer membrane
Matrix
Cristae
Inner membrane
Outer membrane
© The McGraw-Hill Companies, Inc.
Mitochondria
Function:
Synthesis of ATP
Major source of energy
Outer membrane
Inner membrane
Mitochondrial DNA
Crista
Matrix
Krebs Cycle
Electron transport chain
Mitochondrion
Oxygen
Fat
Sugar
Protein
Energy
Mitochondria





ATP Molecule


F1 COMPLEX
Matrix
ATP synthase
Granules
Porins
Intermembrane space
Mitochondrial DNA
Ribosomes
Inner membrane
©Study.com

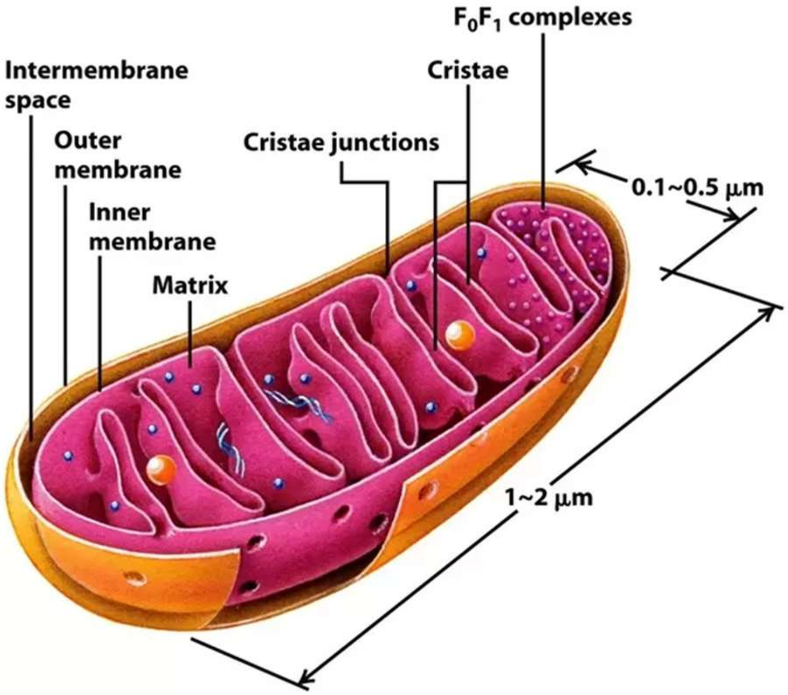
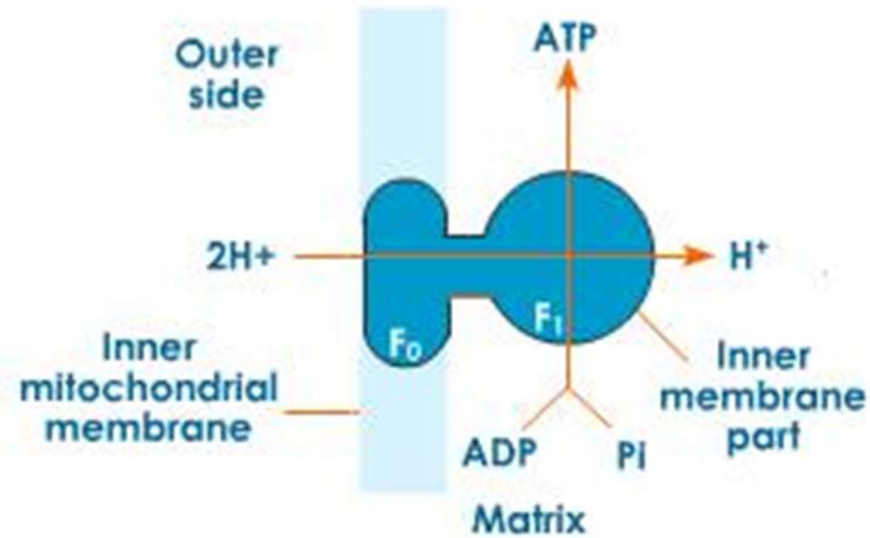


Figure 12-6a
Molecular Cell Biology, Sixth Edition
© 2008 W. H. Freeman and Company



13.5 మైటోకాండ్రియా

మైటోకాండ్రియాలో జీవక్రియ సాగించడానికి అవసరమయిన శక్తిని ఉత్పత్తిచేసి అందించడానికి అనువైన జీవ రసాయన నిర్మాణవ్యవస్థ ఉంటుంది.

13.5.1 ఆకారం, సంఖ్య, పరిమాణం

ఆకారం : తంతువులుగా లేదా రేణువులవలె; క్రియాశీలతను బట్టి దండాకారం, గదాకారం, వలయాకారం, గూండ్రంగా, కోశంవలె

పరిమాణం: 3-10 మైక్రాన్ల పొడవు, 0.2-1.0 మైక్రాన్ల వెడెల్పు;
ఈస్టు- చిన్న మైటోకాండ్రియా; ఉభయచరాల ఊసైట్లలో పెద్ద పరిమాణం

సంఖ్య: కణం యొక్క క్రియాశీలత; ఎక్కువగా – కాలేయ కణాలు, మూత్రపిండ కణాలు
చోయాస్ చోయాస్ – 50000, సీఅర్చిన్ అండాలలో 140000-150000

- The mitochondrion is a double membrane-bound organelle found in all eukaryotic organisms. Some cells in some multicellular organisms may however lack them (for example, mature mammalian red blood cells). Some cells have a single large mitochondrion, but more often a cell has hundreds or even thousands of mitochondria; the number correlates with the cell's level of metabolic activity. For example, cells that move or contract have proportionally more mitochondria per volume than less active cells.

The mitochondrion is enclosed by two membranes, **outer membrane** and **inner membrane,** each a phospholipid bilayer with a unique collection of embedded proteins.

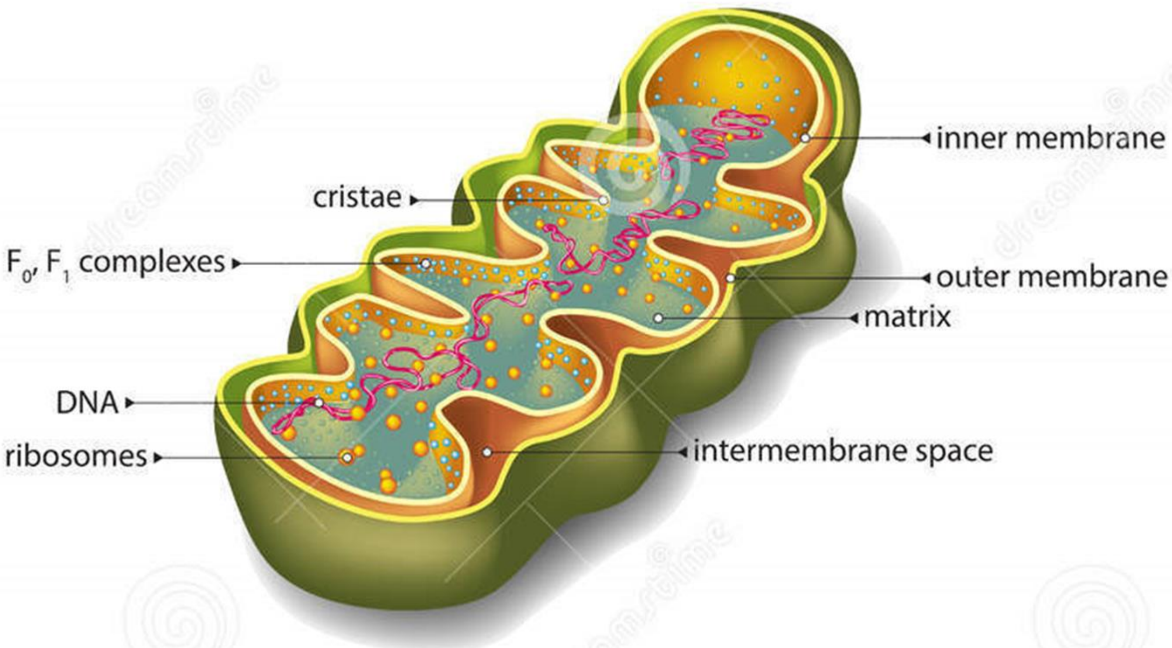
The outer membrane is smooth and has a large number of special proteins known as the porins that allow the movement of molecules that are of 5000 daltons or less in weight to pass through it.

But the inner membrane is convoluted, with infoldings called **cristae**. The inner membrane divides the mitochondrion into two internal compartments. The first is the **intermembrane space**, the narrow region between the inner and outer membranes. The second compartment, the **mitochondrial matrix**, is enclosed by the inner membrane.

The matrix contains many different enzymes as well as the mitochondrial DNA and ribosomes. Enzymes in the matrix catalyze some of the steps of cellular respiration. Other proteins that function in respiration, including the enzyme that makes ATP, are built into the inner membrane. As highly folded surfaces, the cristae give the inner mitochondrial membrane a large surface area, thus enhancing the productivity of cellular respiration. This is another example of structure fitting function.

- The mitochondria have their own DNA called mitochondrial DNA (mtDNA or mDNA). It represents a small fraction of the total DNA in cells where most of the cell's DNA is present in its nucleus. The genes in the mtDNA are essential for normal function of the mitochondria and these DNA help the mitochondria divide independently from the cell. mtDNA is maternally inherited and in most multicellular organisms is circular, covalently closed, double-stranded DNA. mtDNA is susceptible to free oxygen radicals and mutations in the mitochondrial DNA leads to a number of illness like exercise intolerance.

MITOCHONDRIA



Download from
Dreamstime.com
This watermarked comp image is for previewing purposes only.
ID 70961539
© Lukaves | Dreamstime.com

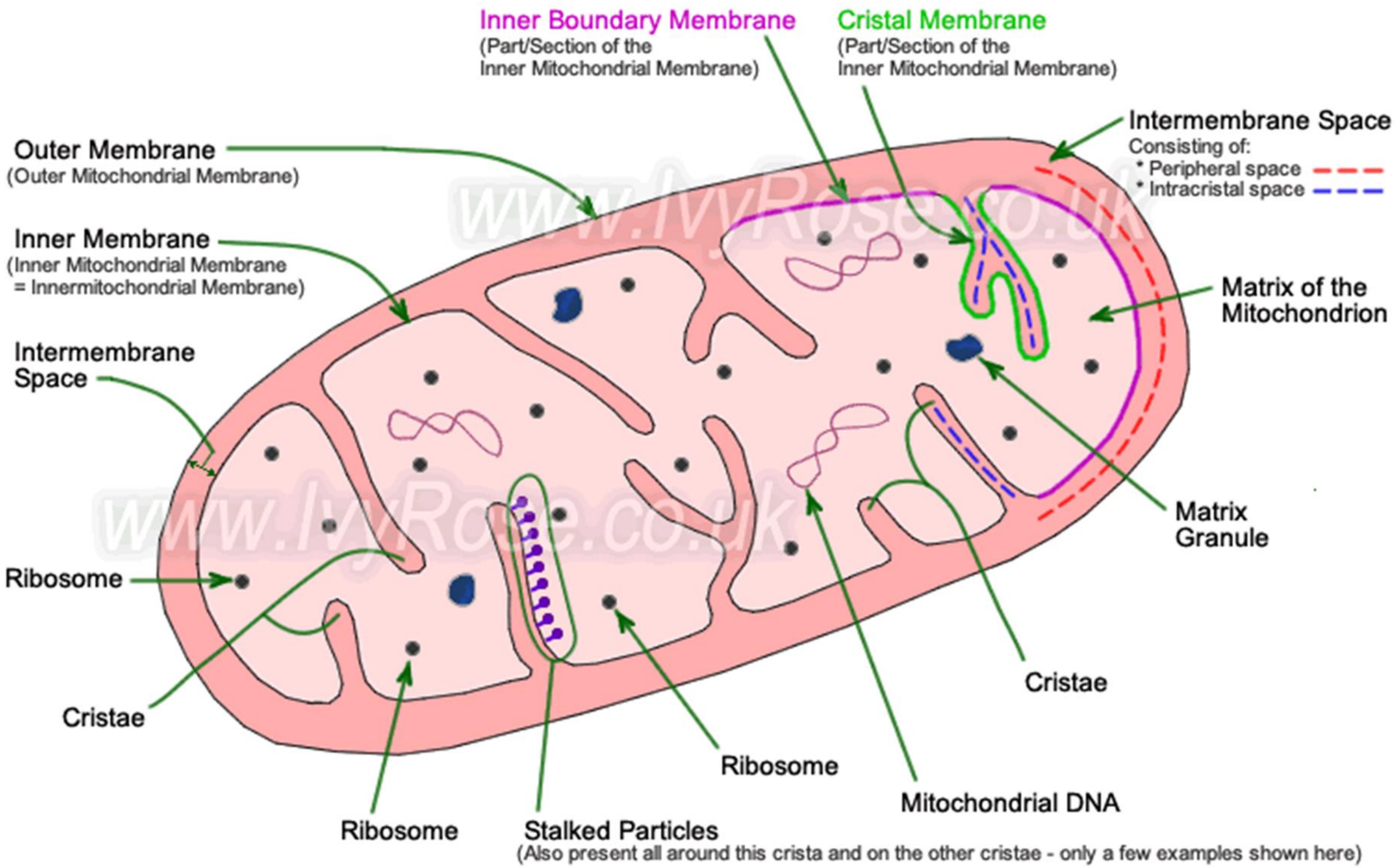
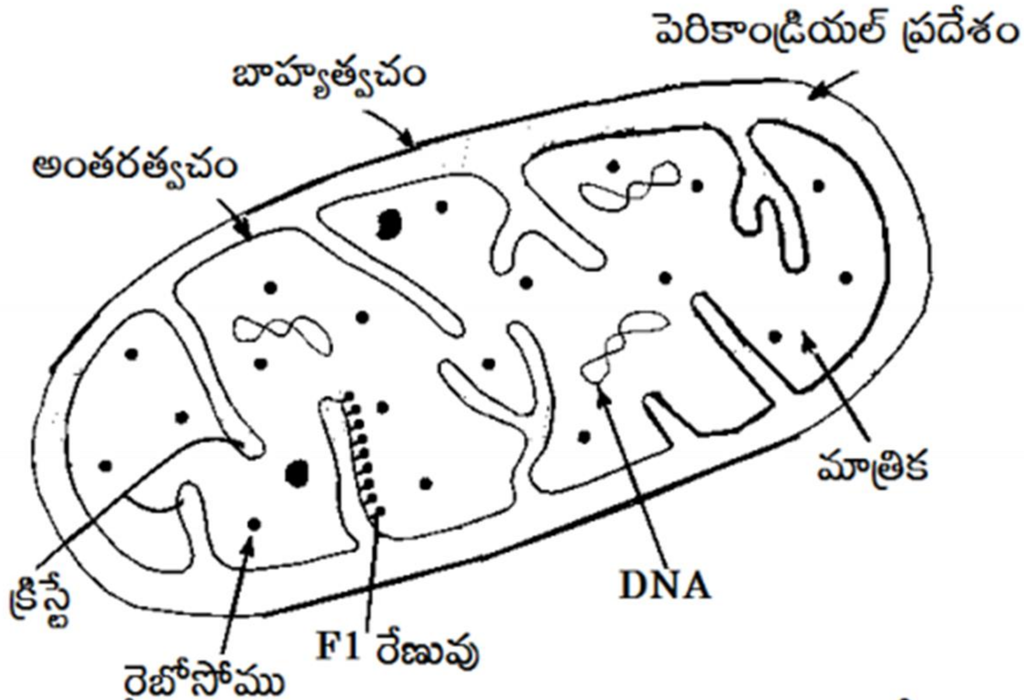
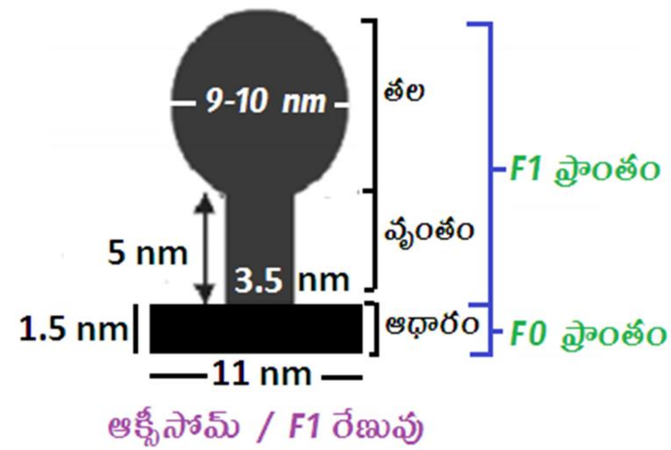


Diagram of a Mitochondrion: Copyright IvyRose Ltd., 2012.



పటం 13.5.1 మైటోకాండ్రియా



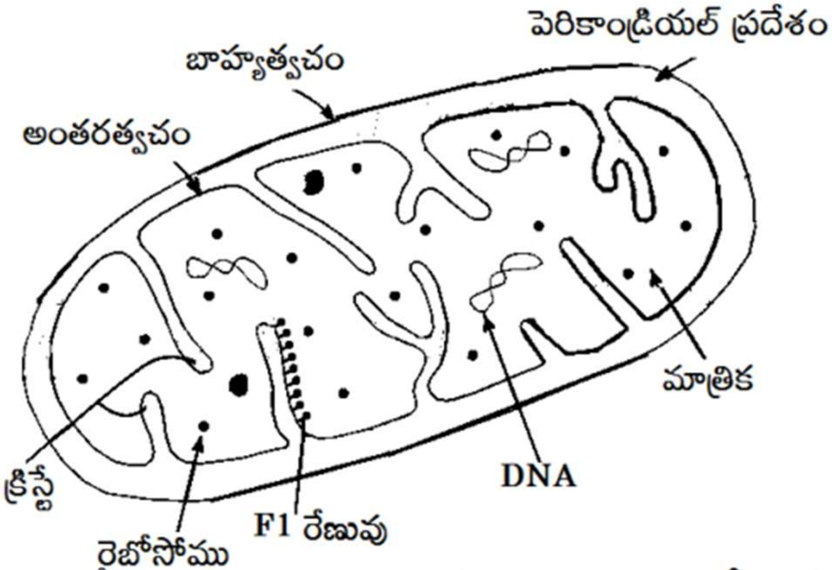
13.5.2 నిర్మాణం

ఆవరించి రెండు ప్రమాణ త్వచాలు ; ఒక్కొక్క ప్రమాణత్వచం 60 A^0 ల మందం

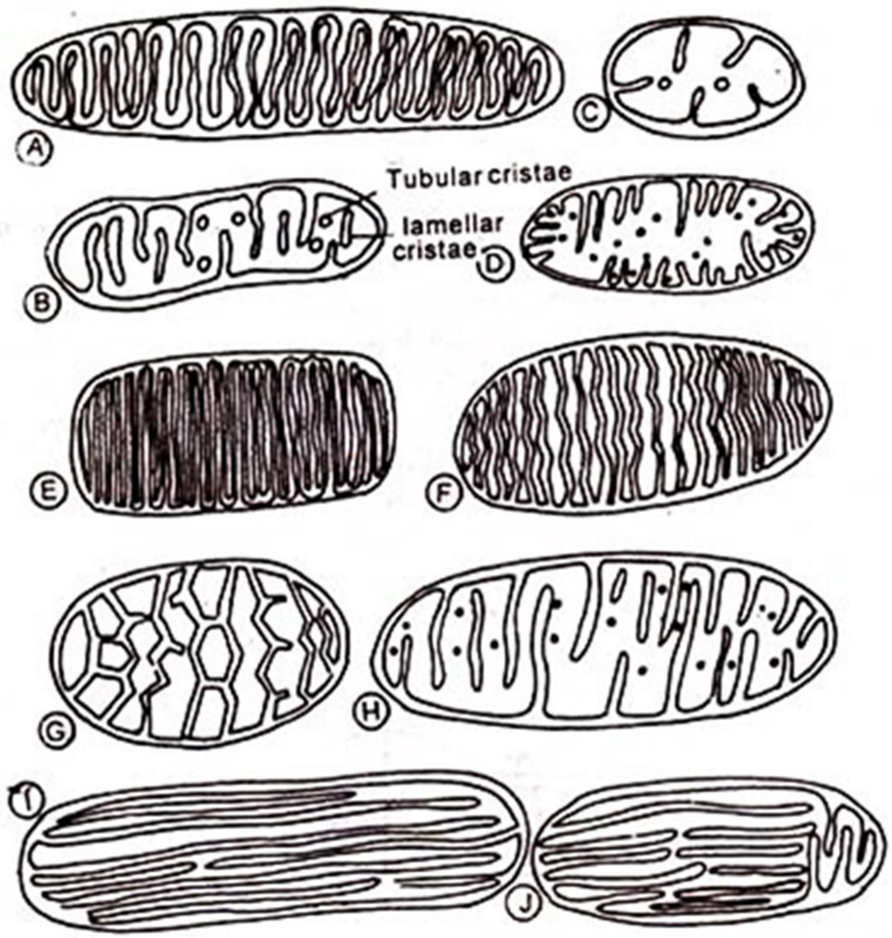
బాహ్యత్వచం,
అంతరత్వచం

రెండుత్వచాల మధ్య – పెరికాంంద్రియల్ ప్రదేశం – 80-100 A^0 – తక్కువ సాంద్రత, స్నిగ్ధత గల ద్రవంతో

అంతరత్వచం లోపల – మాత్రిక – వేళ్ళవంటి నిర్మాణాలు – క్రిస్టేలు
క్రిస్టేలు సమాంతరంగా, శాఖలుగా , వలలాగా
మైటోకాంంద్రియా బాహ్యత్వచపు బాహ్యతలాన, అంతరత్వచం లోపలితలాన ప్రాథమిక ప్రమాణాలు లేదా F1 రేణువులు/ ఆక్సీసోములు/ ఎలక్ట్రాన్ రవాణా రేణువులు



పటం 13.5.1 మైటోకాంంద్రియా



Structural variations in mitochondrial cristae. A Tubular cristae, *B* lamellar cristae, C. Cristae in salamander D. Plate like cristae, E. parallel cristae, F. cristae with sharp annulation, G. honey combs cristae, H. Usual cristae, I. Longitudinal cristae, J. Transverse and longitudinal cristae.

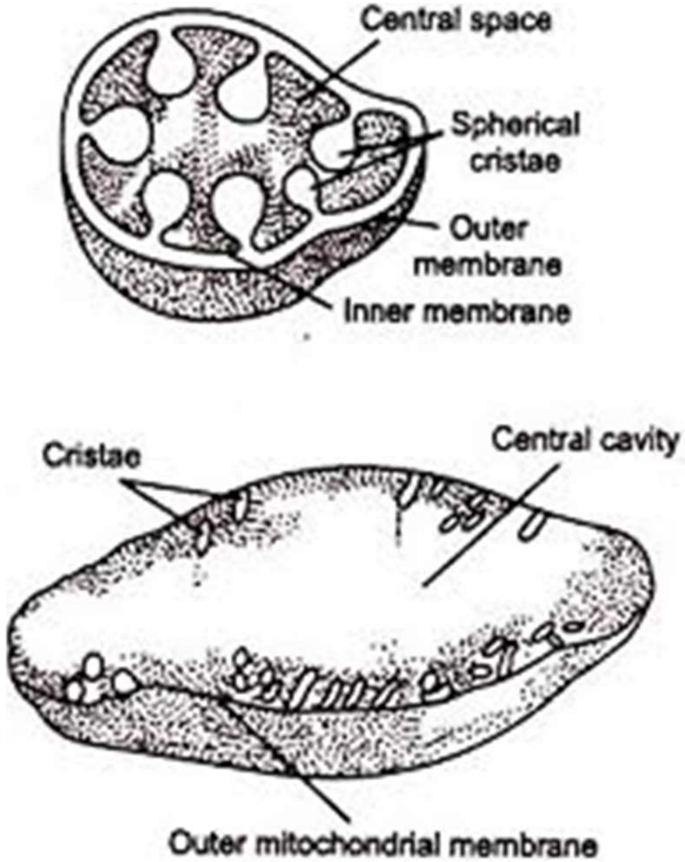
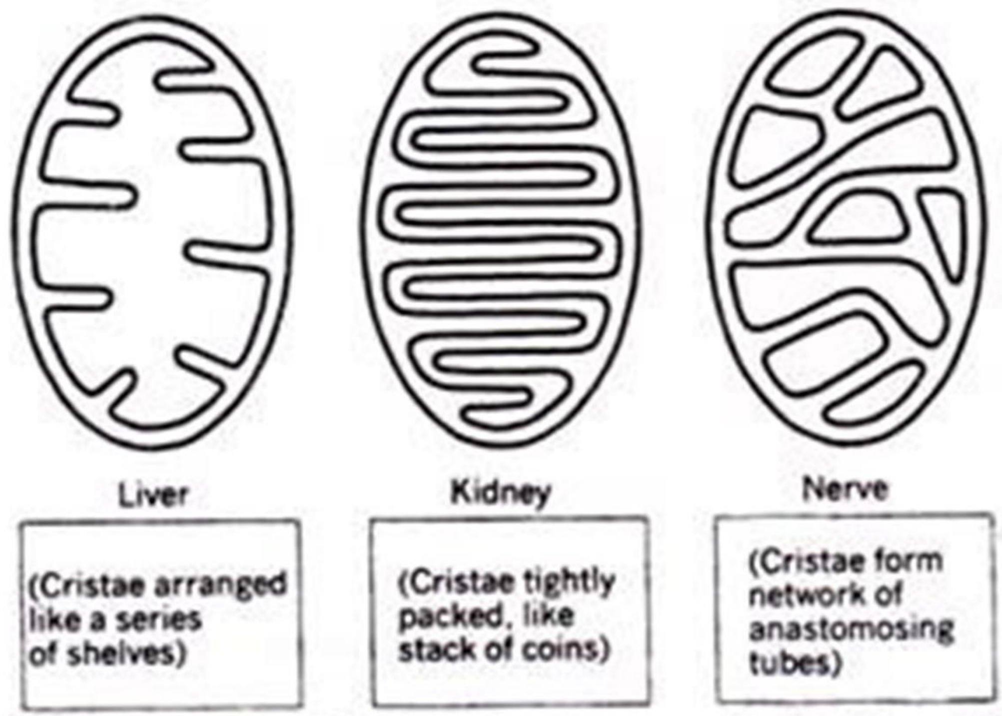
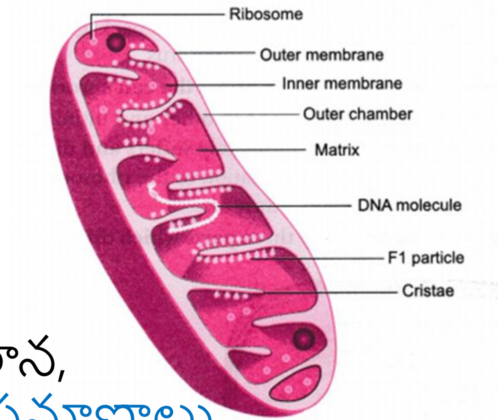
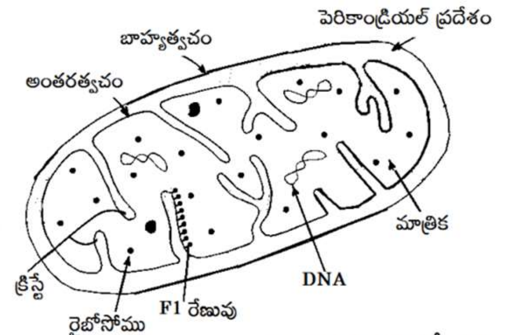


Fig. 4.6 Sac-like Mitochondrial cristae.



13.5.2 నిర్మాణం





పటం 13.5.1 మైటోకాండ్రియా

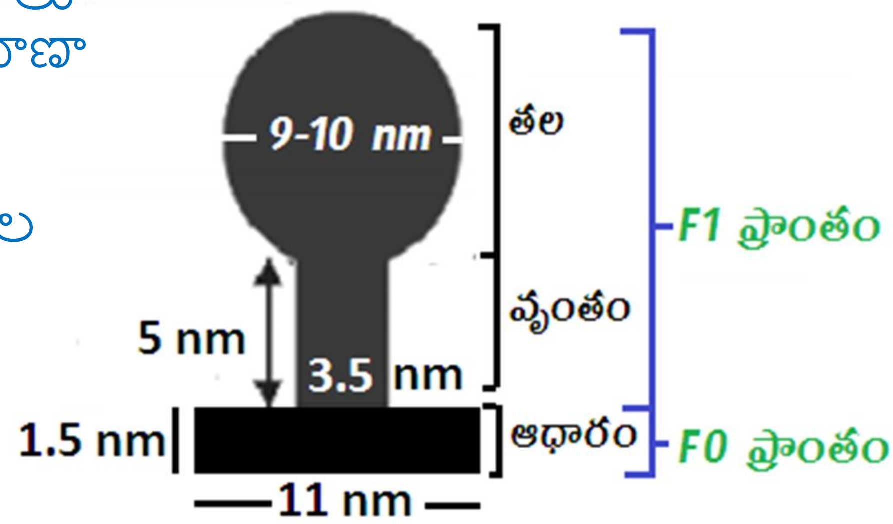
మైటోకాండ్రియా బాహ్యత్వచపు బాహ్యతలాన, అంతరత్వచం లోపలితలాన ప్రాథమిక ప్రమాణాలు లేదా F1 రేణువులు/ ఆక్సీసోములు/ ఎలక్ట్రాన్ రవాణా రేణువులు

ఆక్సీసోములు : ఆధారఫలకం (F0), వృంతం, తల

బాహ్యత్వచంలో ఉండే రేణువులకు వృంతం ఉండదు

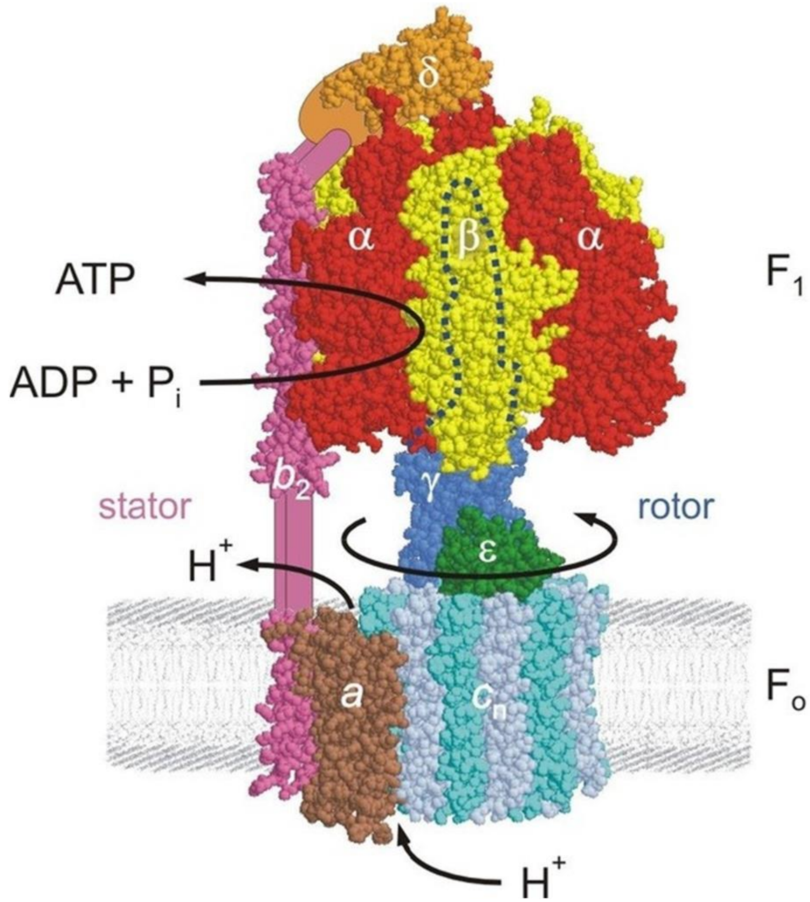
అంతరత్వచంలో గల ప్రాథమిక ప్రమాణాలకు వృంతం ఉంటుంది

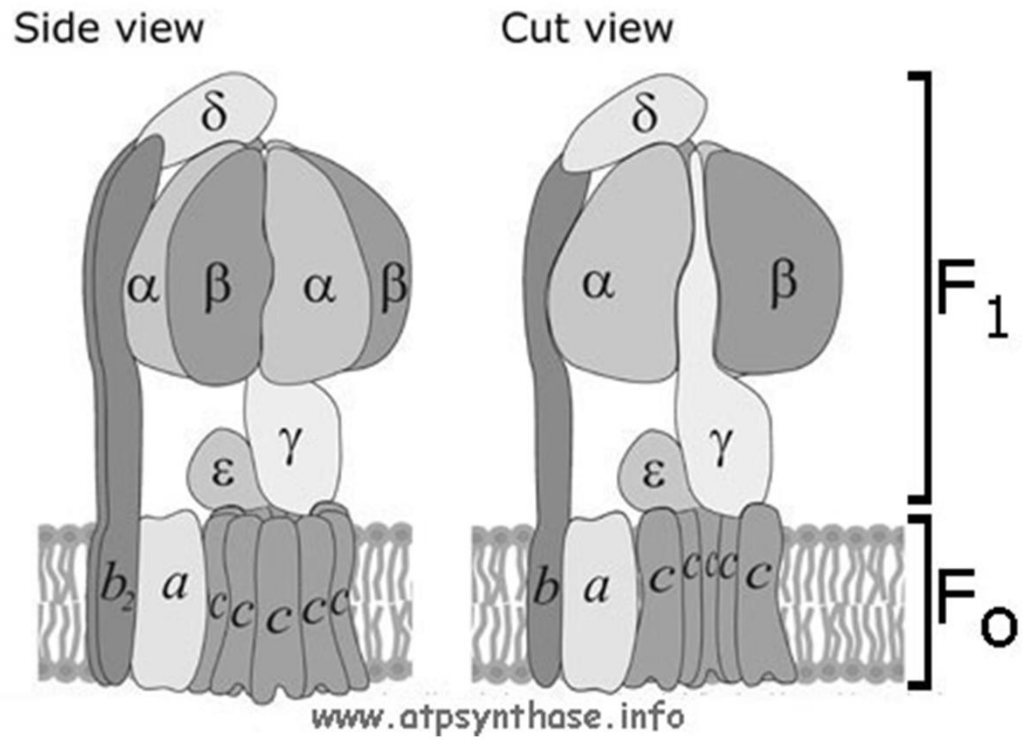
ప్రతి F1 రేణువు మధ్య దూరం $100A^0$ ఉంటుంది.

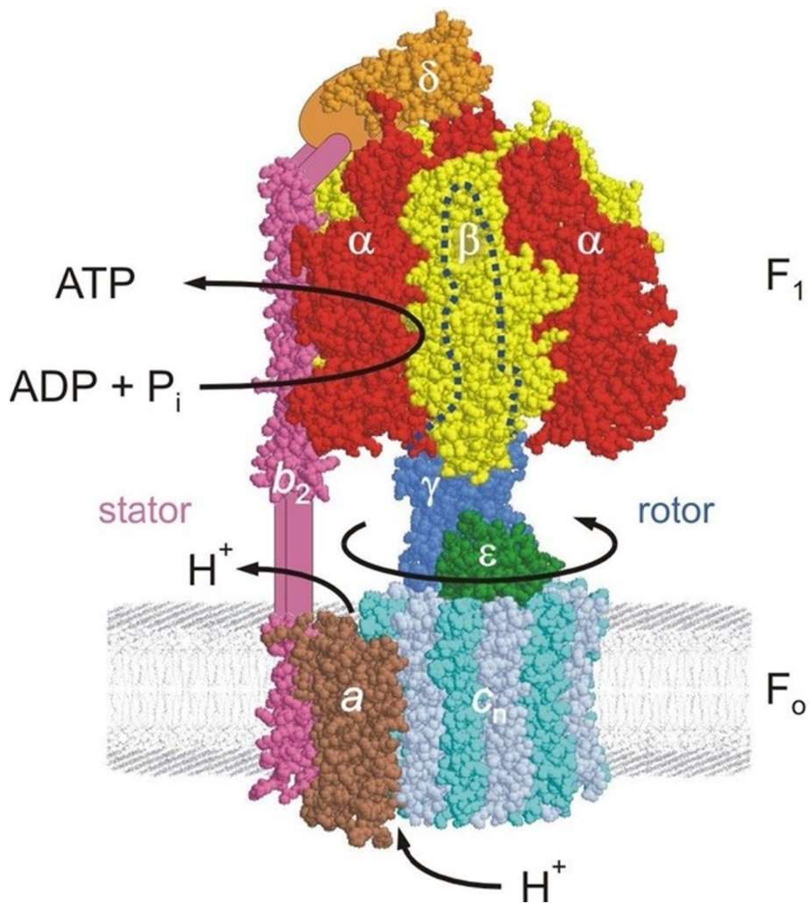


ఆక్సీసోమ్ / F1 రేణువు

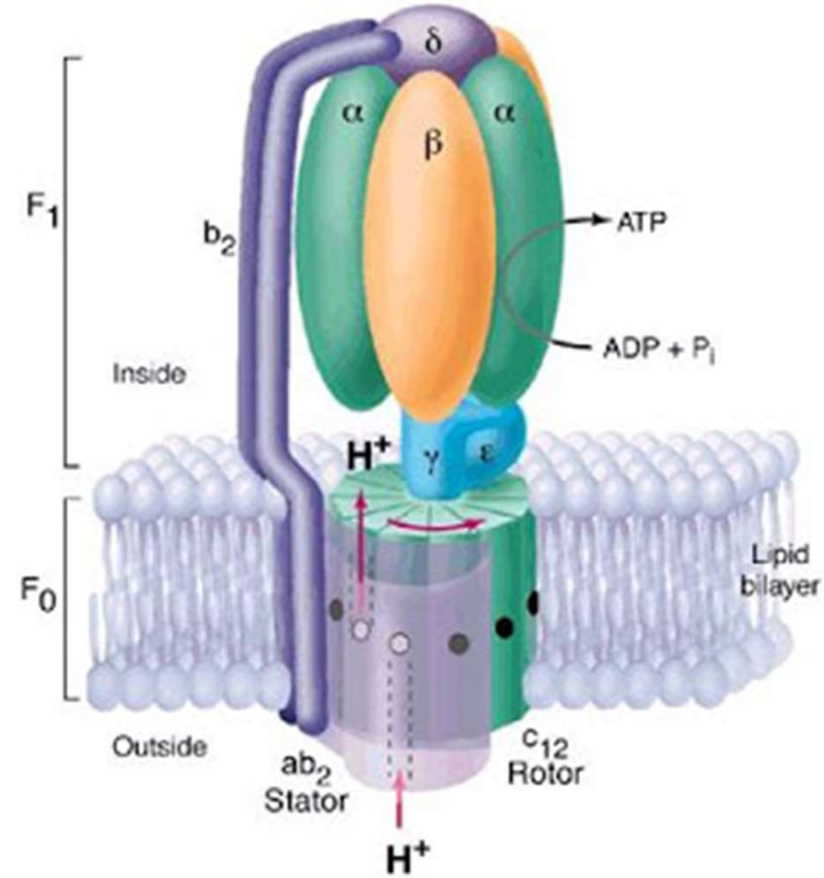
- The inner membrane as well as its cristae possess small tennis-racket like particles called elementary particle, $F_0 - F_1$ particles or oxysomes (= oxisomes).
- A mitochondrion contains l x 10^4 — l x 10^5 elementary particles.
- Each elementary particle or oxysome has a head, a stalk and a base.
- The base (F_0 subunit) is about 11 nm long and 1.5 nm in thickness.
- The stalk is 5nm long and 3.5 nm broad.
- The head (F_1 subunit) has diameter of 9—10 nm.
- Elementary particles contain ATP-ase. They are, therefore, the centers of ATP synthesis during oxidative phosphorylation.
- Enzymes of electron transport are located in the inner membrane in contact with elementary particles.


δ
α
β
α
ATP
ADP + P_i
F_1
b_2
stator
γ
rotor
ε
H^+
a
c_n
F_o
H^+


Side view
Cut view
δ
α β α β
ε γ
b_2 a c c c c c
δ
α β
ε γ
b a c c c c c
F_1
F_o
www.atpsynthase.info



δ
α
β
α
ATP
ADP + P_i
F_1
b_2
stator
γ
rotor
H^+
ε
a
c_n
F_o
H^+



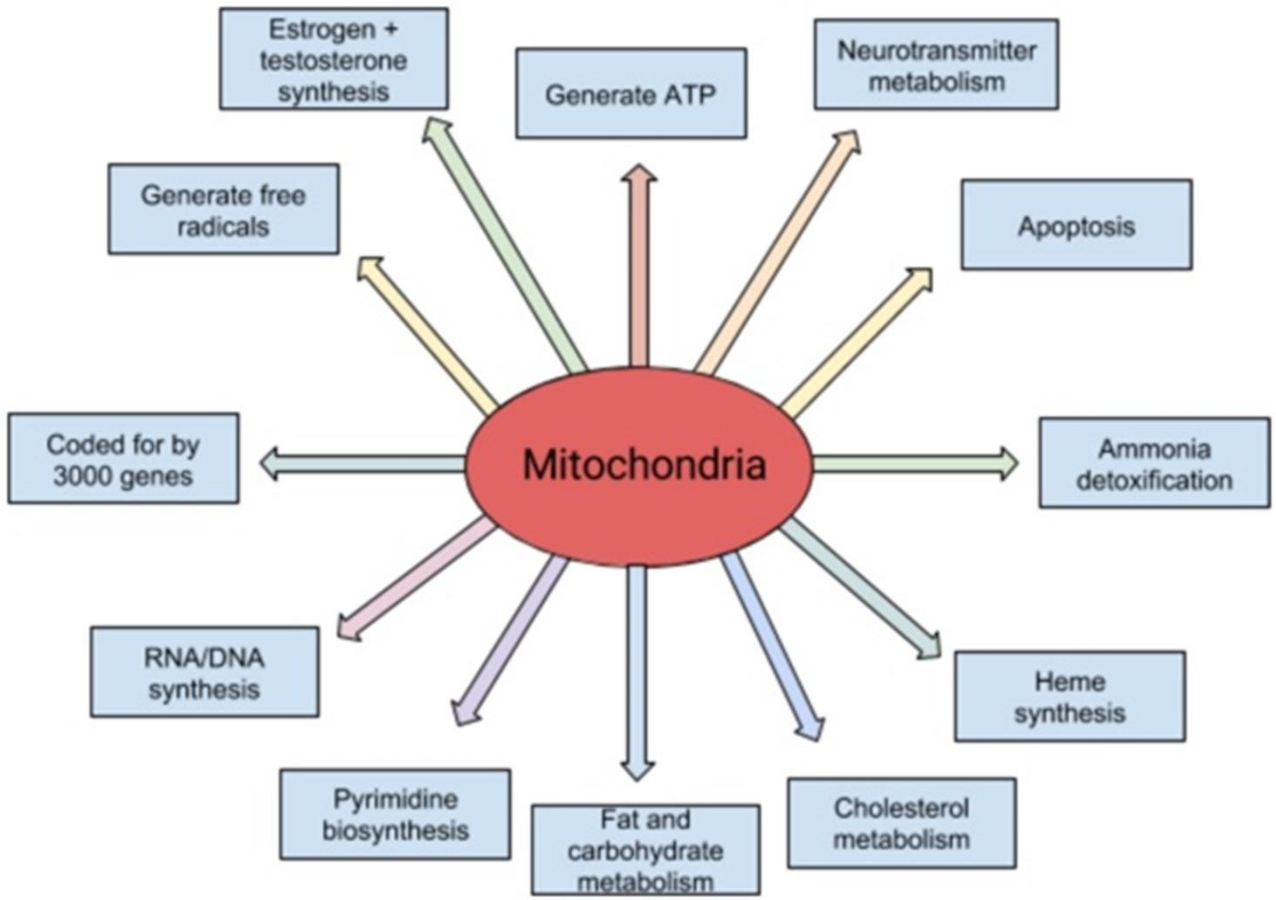
δ
α
α
β
F_1
b_2
ATP
ADP + P_i
Inside
H^+
γ
ε
F_0
Lipid
bilayer
Outside
ab_2
Stator
c_12
Rotor
H^+

13.5.3 రసాయన నిర్మాణం

మైటోకాండ్రియాలో 65–75% ప్రోటీన్‌లు, 25–30% లిపిడ్‌లు, 0.5% RNA మరియు కొంతపరిమాణంలో DNA ఉంటుంది. కొంతపరిమాణంలో సల్ఫర్, ఐరన్, కాపరు, విటమిన్లు ఉంటాయి. దాదాపుగా 70 ఎంజైములు మరియు సహఎంజైములు ఉంటాయి.

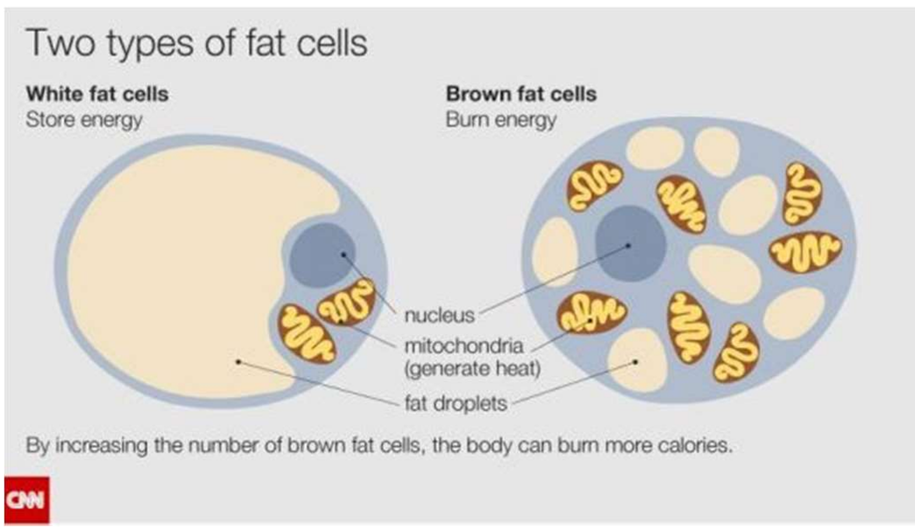
TABLE 16–1 LOCATION OF SOME MITOCHONDRIAL ENZYMES

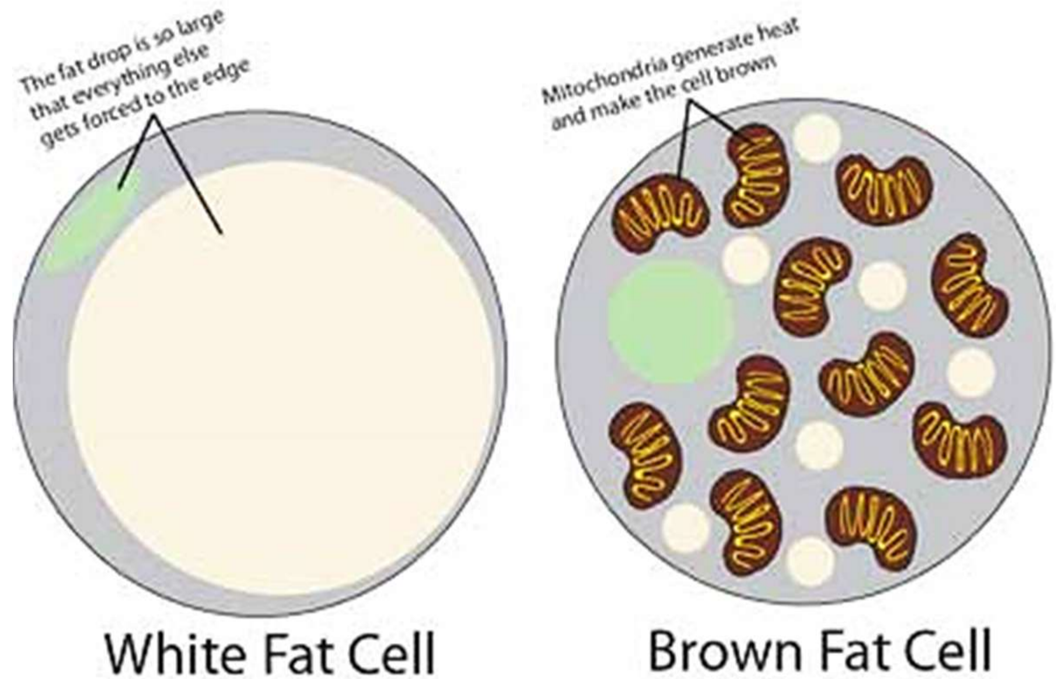
Outer membrane:
Monoamine oxidase
Fatty acid thiokinases
Kynurenine hydroxylase
Rotenone-insensitive chytochrome *c* reductase
Space between the membranes:
Adenylate kinase
Nucleoside diphosphokinase
Inner membrane:
Respiratory chain enzymes
ATP-synthesizing enzymes
α-Keto acid dehydrogenases
Succinate dehydrogenase
D-β-Hydroxybutyrate dehydrogenase
Carnitine fatty acyl transferase
Matrix:
Pyruvate dehydrogenase complex
Citrate synthase
Isocitrate dehydrogenase
Fumarase
Malate dehydrogenase
Aconitase
Glutamate dehydrogenase
Fatty acid oxidation enzymes


Estrogen + testosterone synthesis
Generate ATP
Neurotransmitter metabolism
Generate free radicals
Apoptosis
Coded for by 3000 genes
Mitochondria
Ammonia detoxification
RNA/DNA synthesis
Heme synthesis
Pyrimidine biosynthesis
Fat and carbohydrate metabolism
Cholesterol metabolism

13.5.4 విధులు

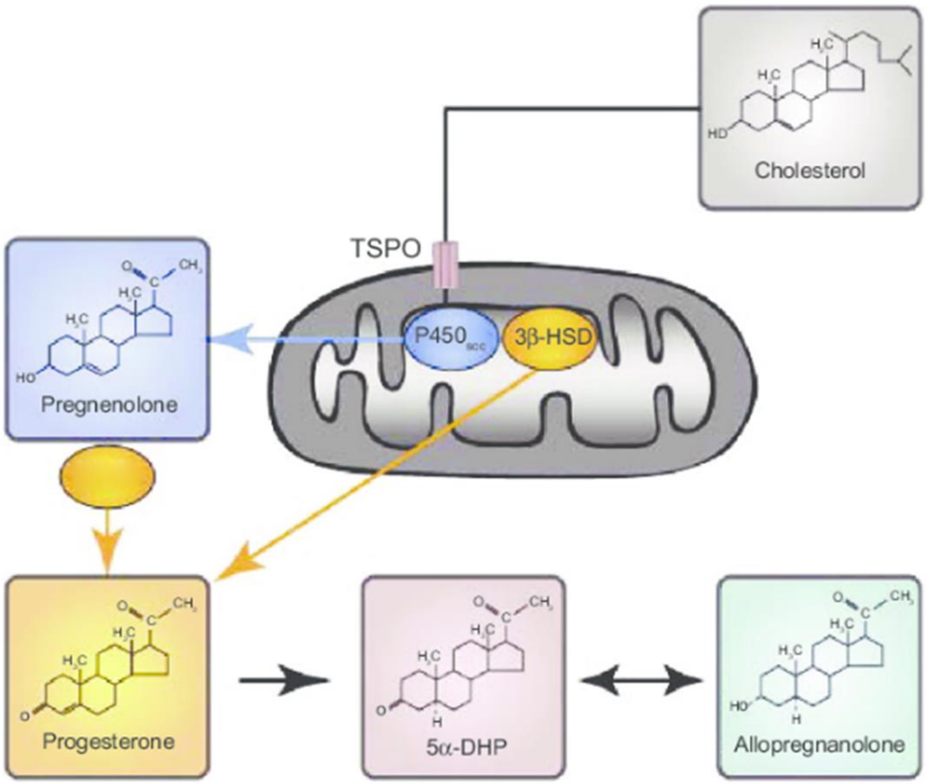
i. ఉష్ణజననం : బాల్యదశ మరియు శీతల సుప్తావస్థను చూపే క్షీరదాలలో ఉన్న గోదుమరంగు కొవ్వులలో ఎక్కువగా మైటోకాండ్రియా ఉండి ఉష్ణంను ఉత్పత్తి చేస్తుంది.

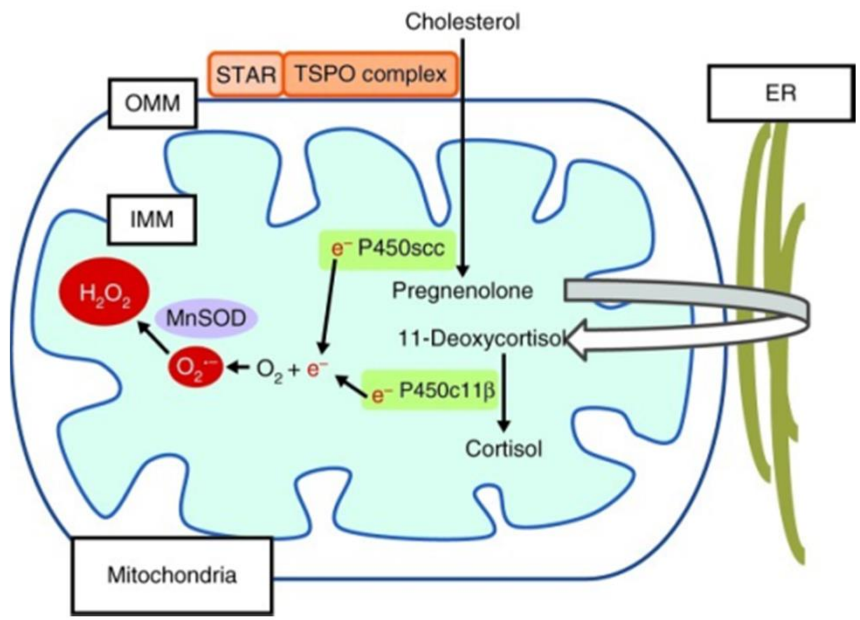




13.5.4 విధులు

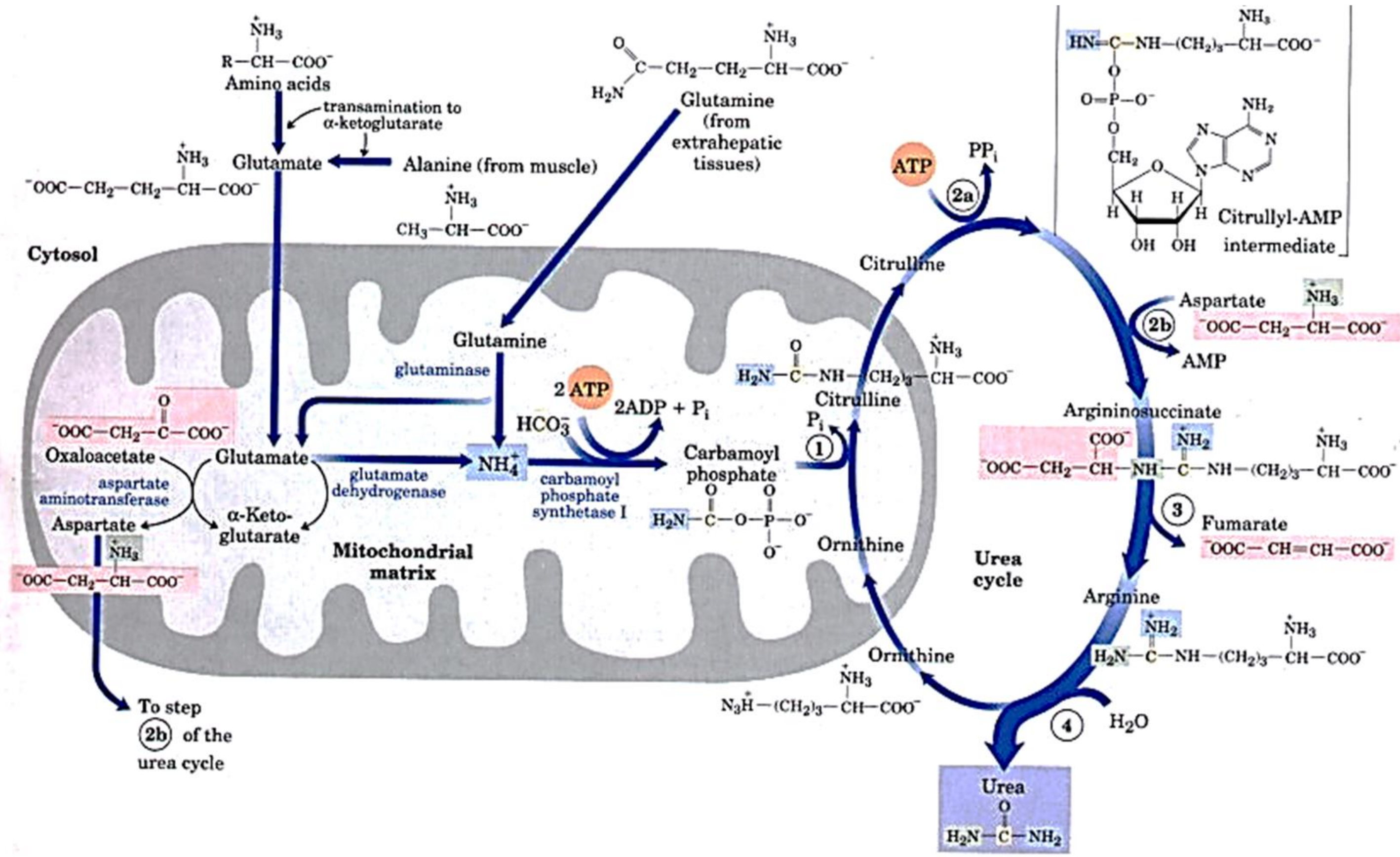
ii. అడ్రినల్ గ్రంధి వల్కలంలో కొలెస్టిరాల్‌ను స్టిరాయిడ్ హార్మోనులుగా మార్చే ప్రక్రియలో పాల్గొనే ఎంజైములు మైటోకాండ్రియాకు చెందినవి.



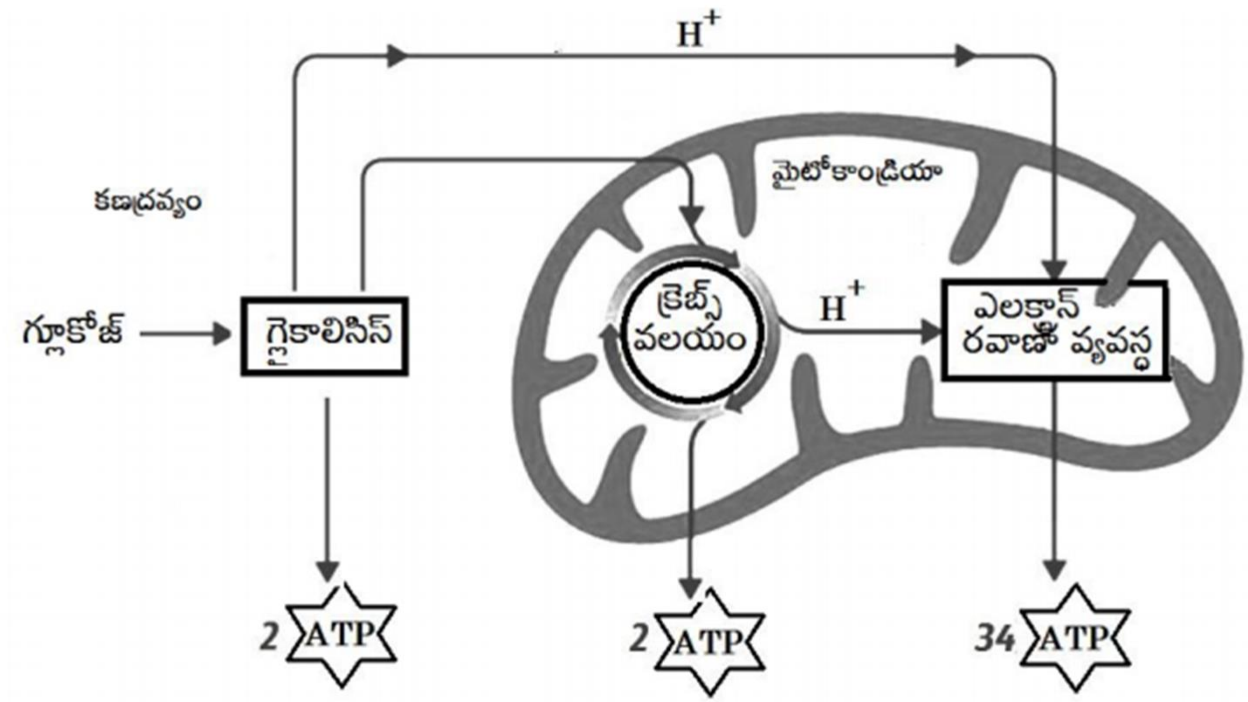


13.5.4 విధులు

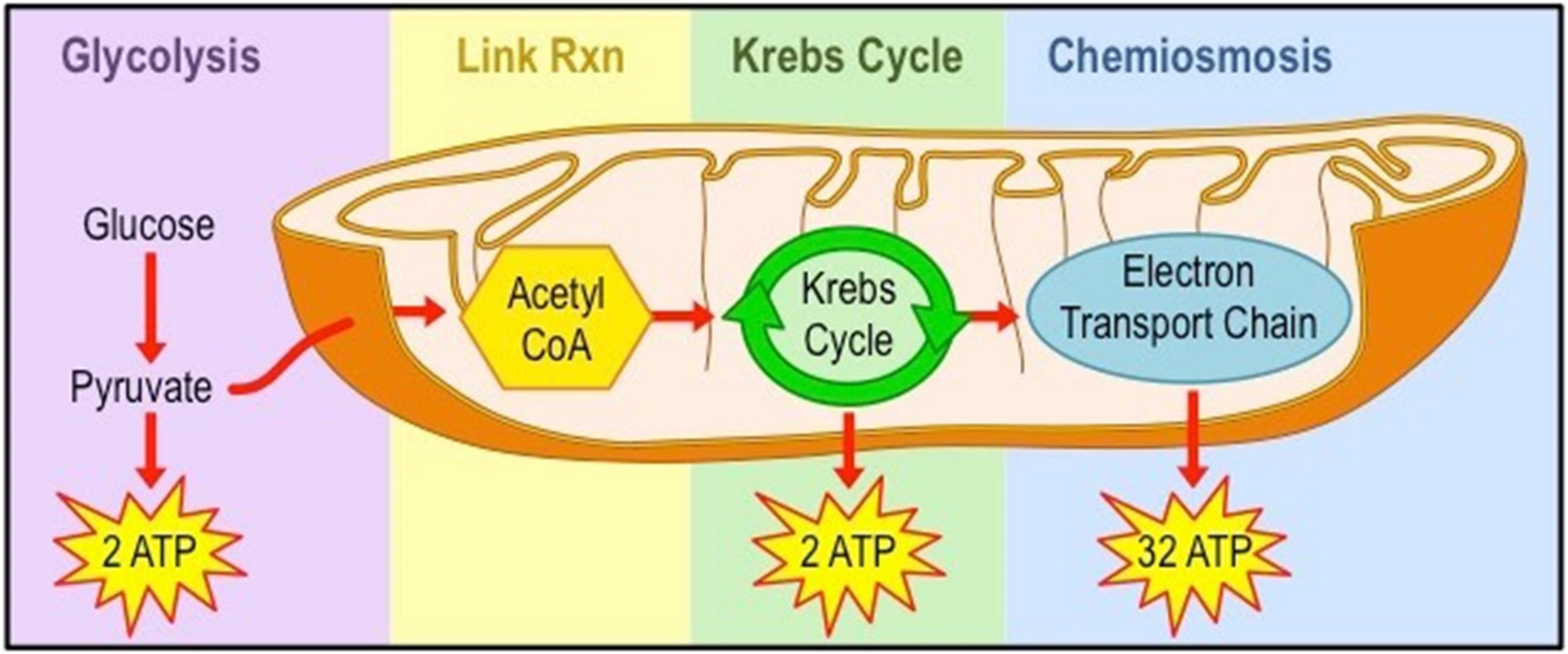
iii. యూరియా వలయం జరిగే మొదటి దశ ఆర్నిథిన్, సిట్రులిన్‌గా మారడం మైటోకాండ్రియాలో జరుగుతుంది



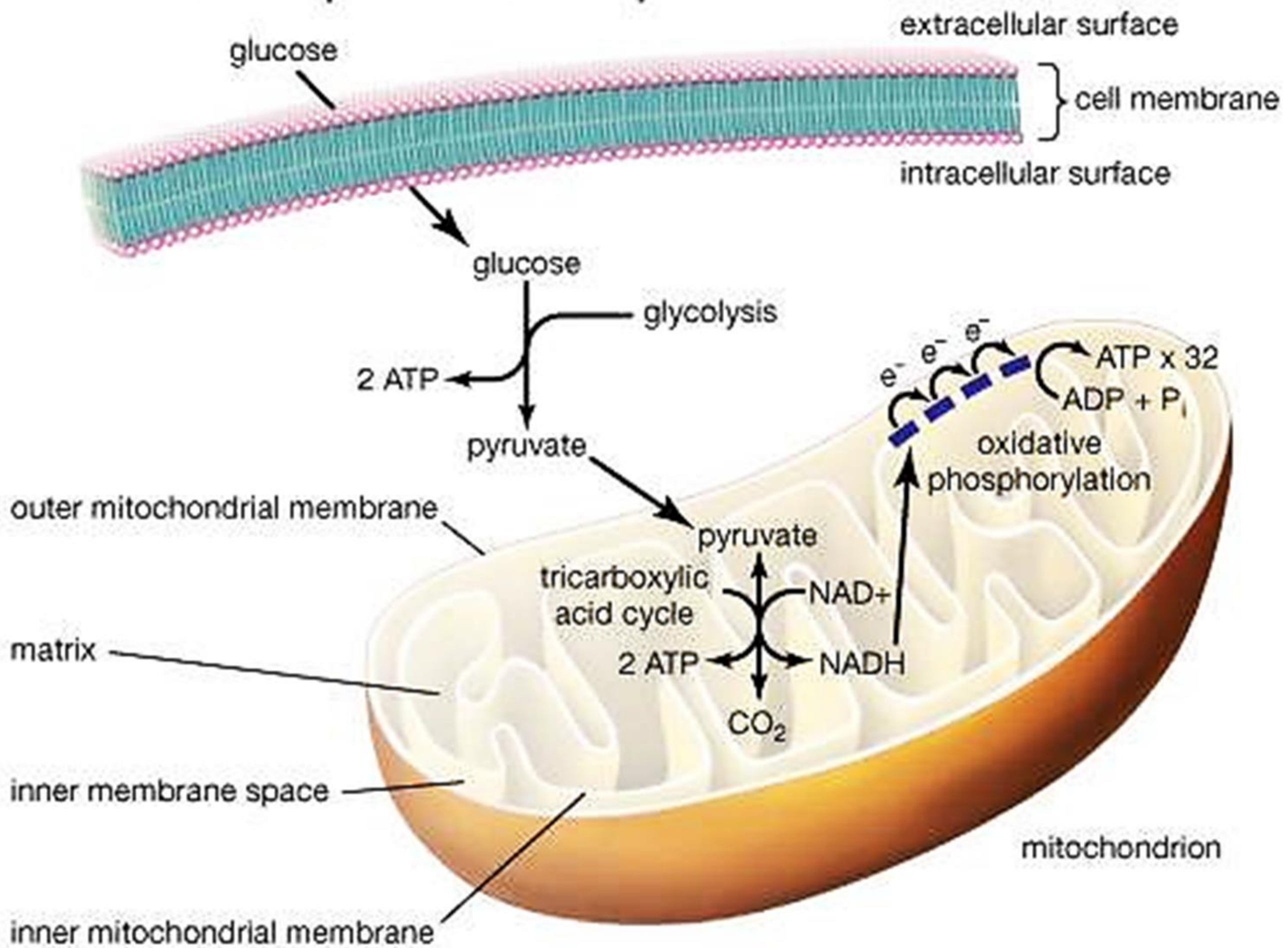
iv. కణశ్వాసక్రియ : మైటోకాండ్రియాలు కణశ్వాసక్రియా కేంద్రాలు. ఇందులో ఆహారపదార్థాల ఆక్సీకరణచెంది CO_2, H_2O గా మార్చబడి శక్తివిడుదల కావటం జరుగుతుంది. ఈశక్తిని మైటోకాండ్రియా ATP రూపంలోకి మారుస్తుంది. అందువల్ల మైటోకాండ్రియా కణశక్త్యాగారాలని పిలువబడుతాయి. కణశ్వాసక్రియలో 5 పద్ధతులు కనిపిస్తాయి. అవి గ్లైకాలిసిస్, ఆక్సిడేటివ్ డీకార్బాక్సిలేషన్, క్రెబ్స్ వలయం, ఎలక్ట్రాన్ రవాణా, ఆక్సిడేటివ్ ఫాస్ఫారిలేషన్.



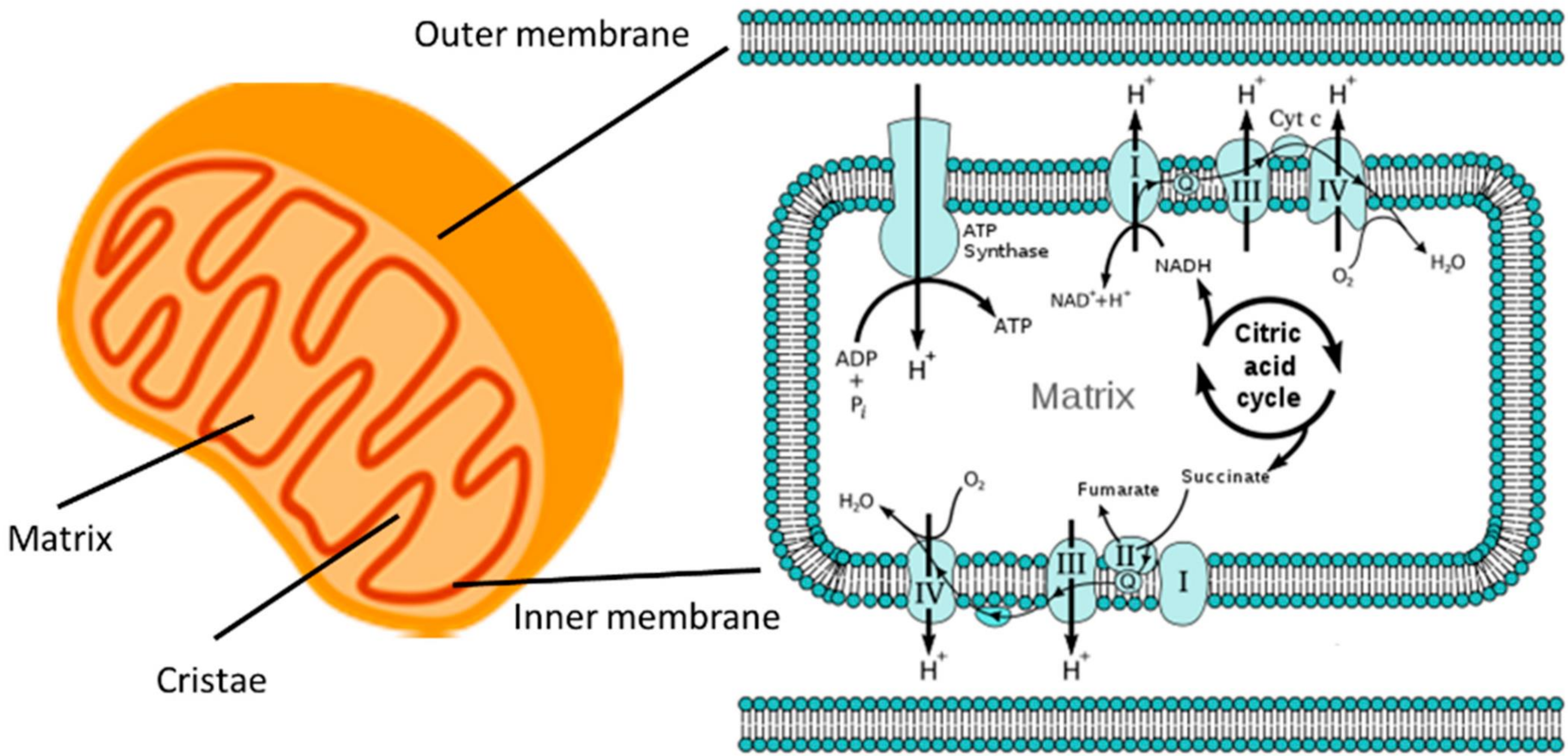
పటం 13.5.2 మైటోకాండ్రియాలో కణశ్వాసక్రియ

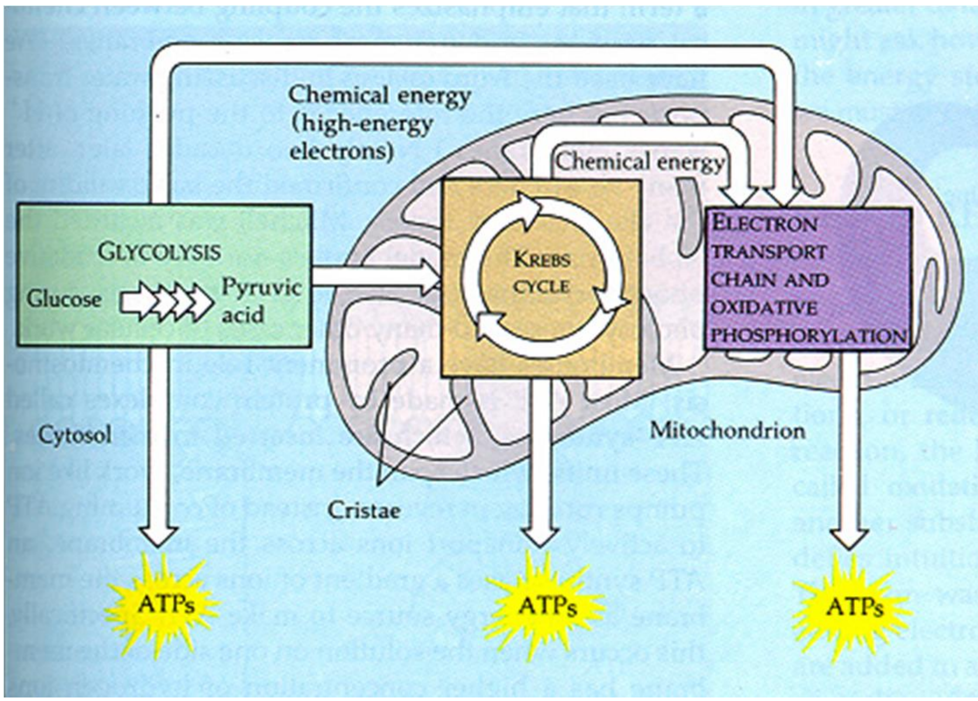

Glycolysis
Link Rxn
Krebs Cycle
Chemiosmosis
Glucose
Pyruvate
2 ATP
Acetyl CoA
Krebs Cycle
2 ATP
Electron Transport Chain
32 ATP

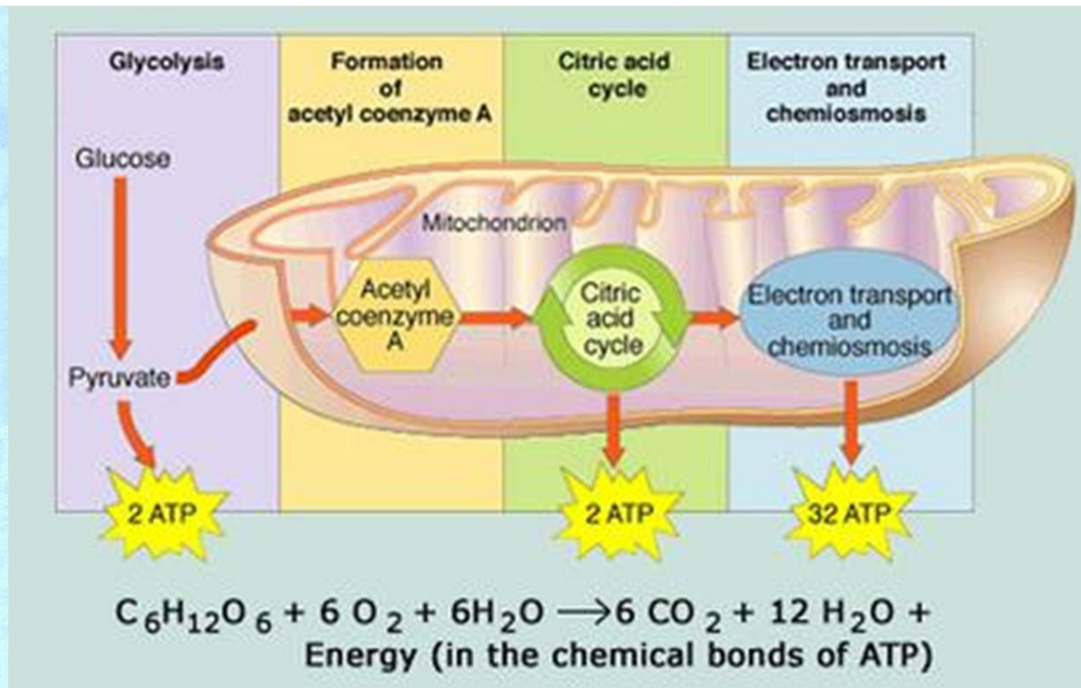
Basic overview of processes of ATP production

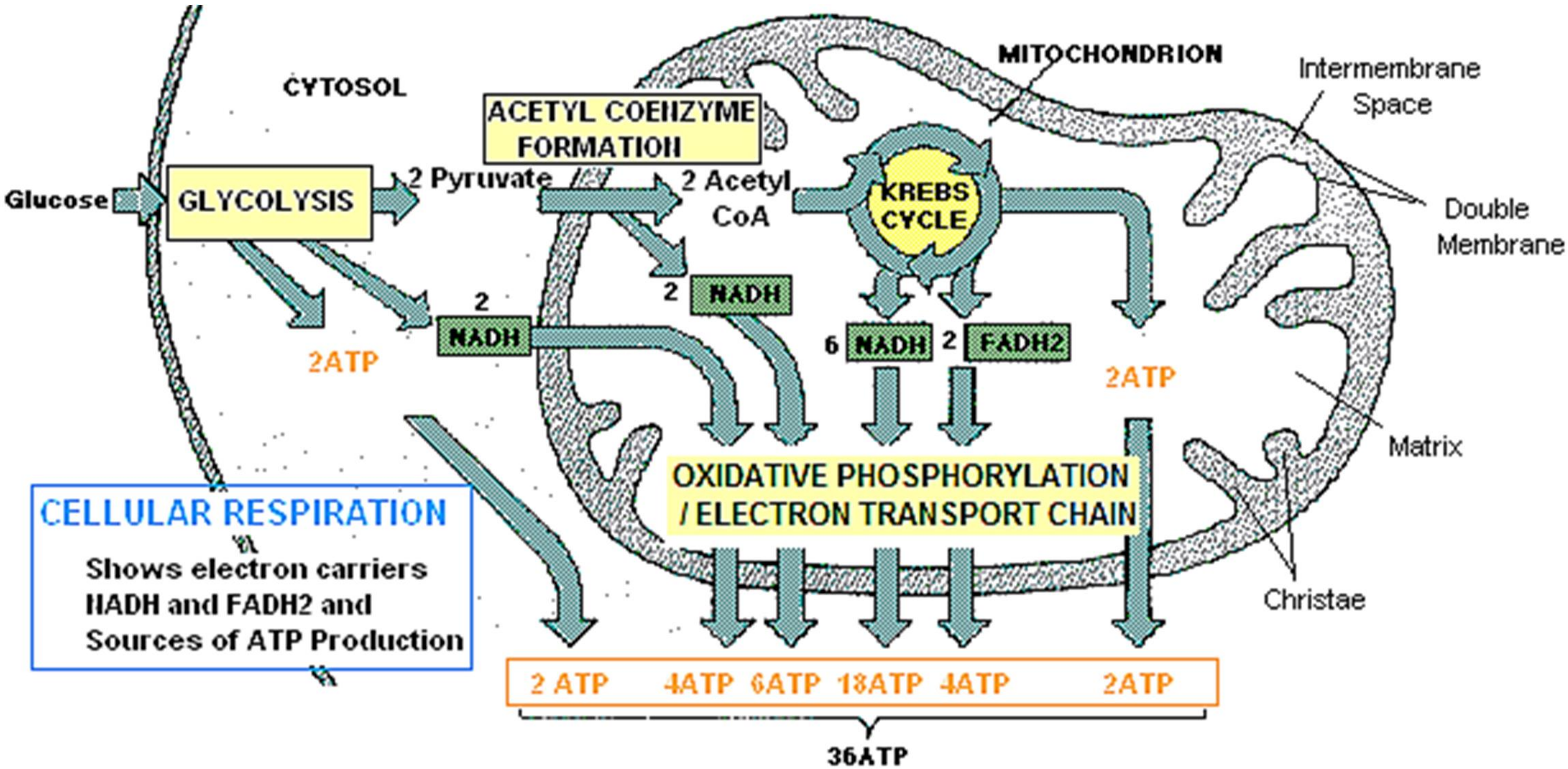


© 2008 Encyclopædia Britannica, Inc.


Outer membrane
Matrix
Cristae
Inner membrane
ATP Synthase
ATP
ADP + P_i
H^+
NAD$^+$+H$^+$
NADH
Cyt c
I
II
III
IV
Q
O_2
H_2O
Citric acid cycle
Matrix
Succinate
Fumarate


Chemical energy (high-energy electrons)
Chemical energy
GLYCOLYSIS
Glucose
Pyruvic acid
KREBS CYCLE
ELECTRON TRANSPORT CHAIN AND OXIDATIVE PHOSPHORYLATION
Cytosol
Mitochondrion
Cristae
ATPs
ATPs
ATPs


Glycolysis
Formation of acetyl coenzyme A
Citric acid cycle
Electron transport and chemiosmosis
Glucose
Mitochondrion
Pyruvate
Acetyl coenzyme A
Citric acid cycle
Electron transport and chemiosmosis
2 ATP
2 ATP
32 ATP
$C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 + 6H_2O \longrightarrow 6\ CO_2 + 12\ H_2O +$
Energy (in the chemical bonds of ATP)


CELLULAR RESPIRATION
Shows electron carriers NADH and FADH2 and Sources of ATP Production
CYTOSOL
MITOCHONDRION
Intermembrane Space
Double Membrane
Matrix
Christae
Glucose
GLYCOLYSIS
2 Pyruvate
ACETYL COENZYME FORMATION
2 Acetyl CoA
KREBS CYCLE
2ATP
2 NADH
2 NADH
6 NADH
2 FADH2
2ATP
OXIDATIVE PHOSPHORYLATION / ELECTRON TRANSPORT CHAIN
2 ATP
4ATP
6ATP
18ATP
4ATP
2ATP
36ATP

Cellular Respiration

- **The purpose of cellular respiration is to harvest high-energy ELECTRONS from glucose, with which to produce ATP Energy. This is accomplished by a 4-step process, which oxidizes the Carbons of glucose to Carbon Dioxide and Water.**
- Step 1. GLYCOLYSIS
- Step 2. PYRUVIC ACID CYCLE
- Step 3. KREBS CYCLE
- Step 4. OXIDATIVE PHOSPORYLATION/ ELECTRON TRANSPORT CHAIN

Step 1. GLYCOLYSIS

- **Initial removal of** electrons **from** glucose **to make two** 3-carbon Pyruvate molecules
- **The word "Glycolysis" means to break down sugar:** glyco = sugar, and lysis = to break. Glycolysis occurs in the cytoplasm of eukaryote cells. Glycolysis has 8 steps each catalyzed by a specific enzyme which nets 2 ATP molecules and 2 NADH from each molecule of glucose broken down.
- Glucose →2 Pyruvate + 2 NADH (electron carriers) + 2 ATP
- After glycolysis, the pyruvate molecules enter step 2.
- **Other sources of pyruvate to fuel next step (PYRUVIC ACID CYCLE)**
  - Fats **can be oxidized to make** pyruvate
  - Fructose **can be metabolized to** pyruvate **in the fructolytic pathway**

Step 2. PYRUVIC ACID CYCLE

- **Formation of** Acetyl CoEnzyme A **from** Pyruvate
- Pyruvate **is shuttled into the mitochondrion where it is decarboxylated** (a carbon group is removed as carbon dioxide) - and the now 2-carbon compound is attached to Co-enzyme A (CoA, a derivative of vitamin B5) forming a molecule called Acetyl CoA, stripping off another 2 electrons, which are carried by NADH.
- 2 Pyruvate+ CoA+ 2 NAD^+ (electron acceptor) →
- 2 Acetyl CoA+ 2 NADH (electron carrier)+ H^+ + CO_2
- **Insufficient** Oxygen **produces** Lactic Acid - Pyruvate is turned into lactic acid instead of forming Acetyl-CoA.
- **Inefficient Fat Metabolism causes Brain fogging -** ß-oxidation of fats supplies the best source of Acetyl-CoA, however the <u>brain can only generate Acetyl CoA from glucose, not from fat</u>. Aging causes <u>fat metabolism inefficiency</u>, causing us to burn and use up glucose instead of fat (glucose that would otherwise have been available for the brain), to form Acetyl CoA. This explains why older people complain of brain fatigue. Acetyl CoA only lasts 2 hours in the system.
- **Amino acids can also be converted to** Acetyl CoA **for entry into the Kreb's Cycle.**

Step 3. KREBS CYCLE (Citric Acid Cycle)

- **Changes** Acetyl CoA **into Energy -**Electrons are removed from Acetyl CoA forming carbon dioxide. This cycle occurs twice per glucose molecule. The Citric Acid Cycle has 8 steps each mediated by a specific enzyme. As each acetyl CoA goes around the cycle 2 carbon dioxide molecules are given off, 3 NADH, 1 $FADH_2$, and 1 ATP. Net energy gain from Krebs per molecule of glucose is 2 ATP.
- 2 Acetyl CoA $\rightarrow 4CO_2$ + 6 NADH + 2 $FADH_2$(coenzymes carrying electrons as hydride ions + protons) + 2 ATP
- (Coenzymes NAD^+ & FAD* are reduced (negatively charged hydride ions added) to become electron-carrying coenzymes NADH& $FADH_2$. A hydride ion H^- is a hydrogen atom which has gained an electron. By adding this to the NAD^+, the group containing nitrogen becomes neutral, forming NADH)

Step 4. OXIDATIVE PHOSPHORYLATION / ELECTRON TRANSPORT CHAIN

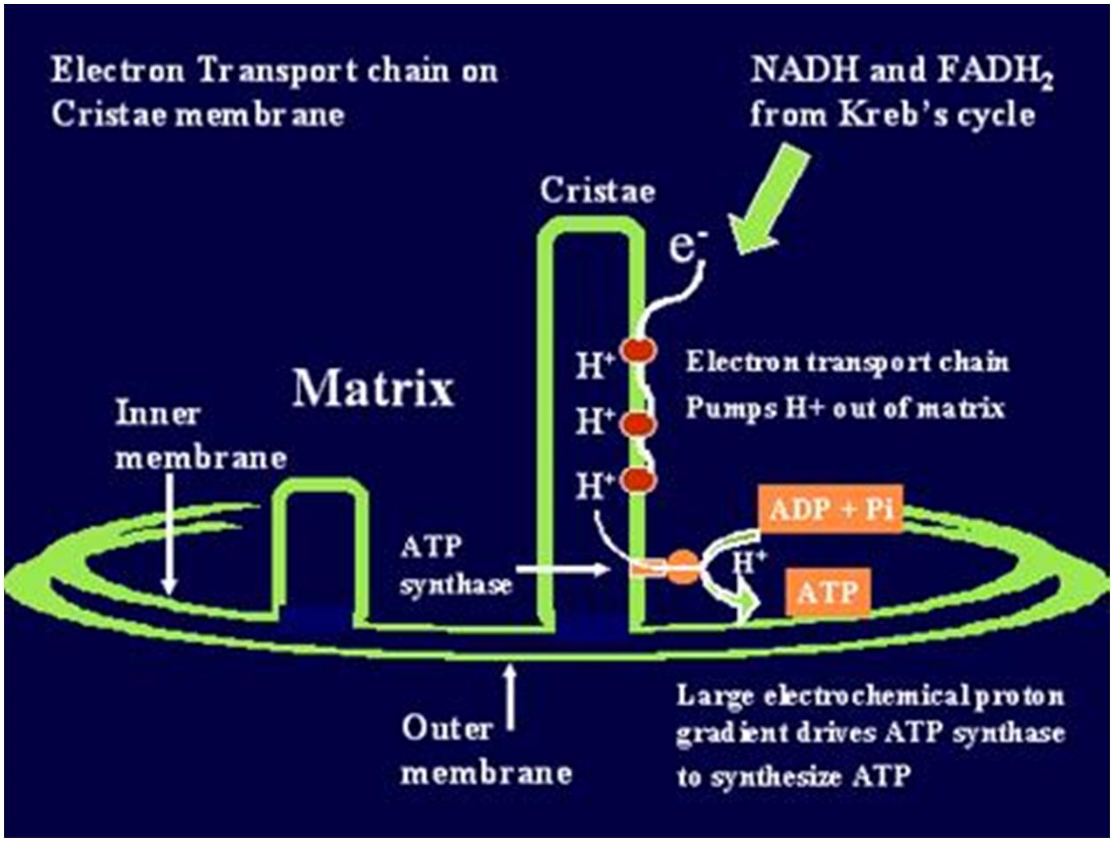
- Electrons from the Kreb's Cycle are used to make a maximum 32 ATP molecules
- **The goal is to create a strong potential difference across the mitochondrial membrane, which can be used to create** ATPenergy - Specialized proteins and enzymes located on the inner mitochondrial membrane form a molecular "wire"(an electron transport chain). By a process called oxidative phosphorylation (the coupling of oxidation with the addition of a phosphate molecule), NADH & $FADH_2$ donate their electrons via this "wire"(through a series of intermediate compounds)to molecular oxygen, which becomes reduced to water, producing ATP.

$$6\ NADH\ \&2\ FADH_2 \rightarrow . . . . \rightarrow 2\ H^+ \text{ and } O \rightarrow H_2O + 32\ ATP$$

- **Chemiosmosis - Hydrogen ions** (protons) **are used to maintain an Electrochemical Gradient that turns the** electron energy **into** ATP **–** involves pumping protons across mitochondrial membranes to establish proton gradient, which passes protons down the gradient via the enzyme ATP synthase, whereby the energy of the protons is used to generate ATP.

– When NADH & $FADH_2$ release their electrons, hydrogen ions (H+) are also released -These positively-charged hydrogen ions are pumped out of the mitochondrial matrix, using ATP energy, across the inner mitochondrial membrane into the intermembrane space creating an electrochemical gradient (this process is called the cytochrome oxidase system, which uses an enzyme proton pump called cytochrome oxidase acting as a step-down transformer)

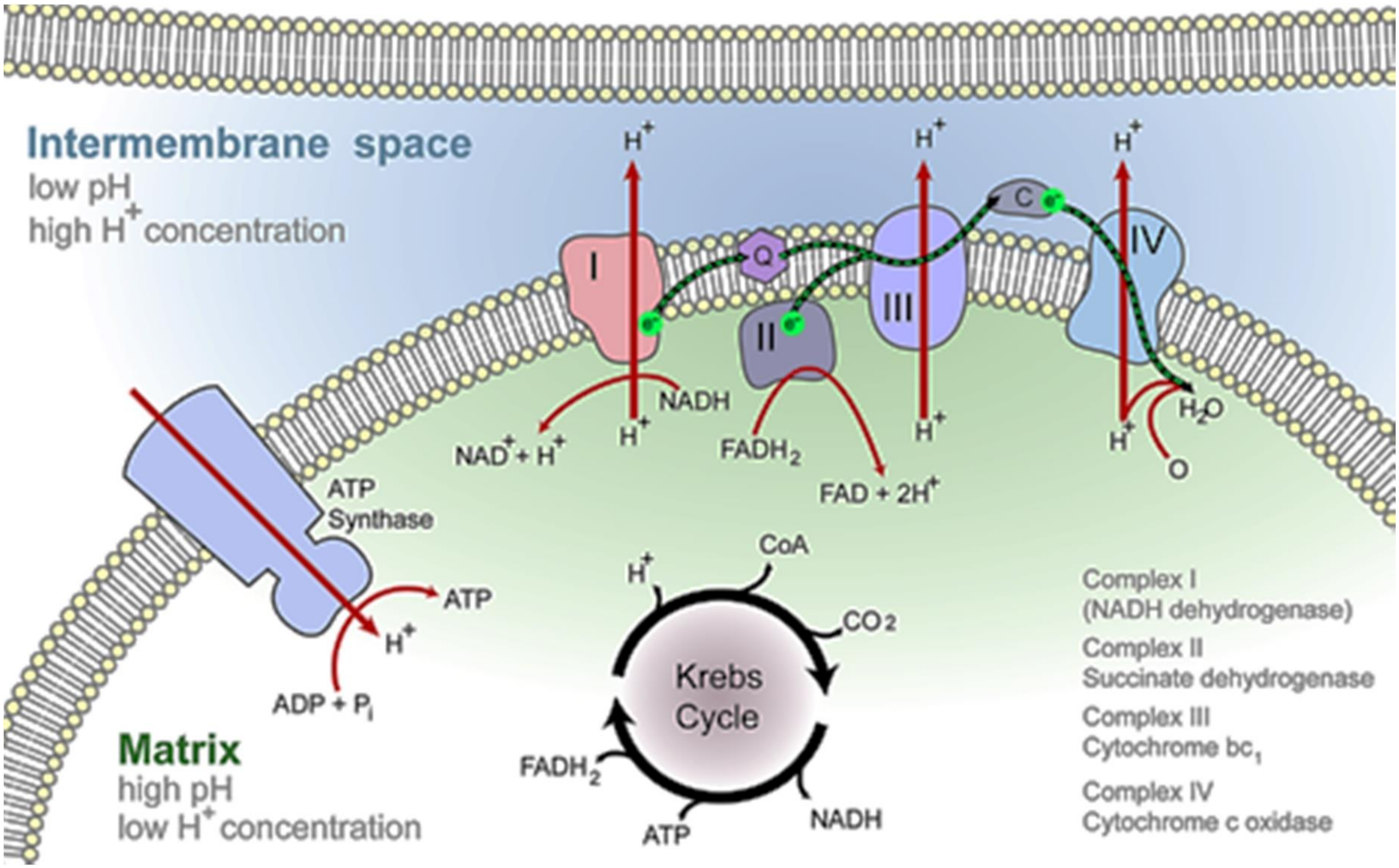
– **At the last stage of the respiratory chain these hydrogen ions flow back across the inner mitochondrial membrane through ion-channels -** where they drive a molecular enzyme "motor"called *ATP synthase* in the creation of ATP from adenosine diphosphate (ADP) and phosphoric acid (ADP is phosphorylated into ATP), somewhat like water drives a water wheel.



ATP Energy is **made using the** electrons **that were passed down the line from** glucose:

$C_6H_{12}O_6$ (Glucose) + 6 O_2 (Oxygen) →6 CO_2 (Carbon Dioxide) +6 H_2O + ~36 ATP + heat

The energy released from ATP through hydrolysis (a chemical reaction with water) can then be used for biological work.



Intermembrane space
low pH
high H+ concentration
H+
H+
H+
C
IV
I
Q
III
II
NADH
NAD+ + H+
H+
FADH2
FAD + 2H+
H+
H+
H2O
O
ATP
Synthase
ATP
H+
ADP + Pi
H+
CoA
CO2
Krebs
Cycle
FADH2
ATP
NADH
Matrix
high pH
low H+ concentration
Complex I
(NADH dehydrogenase)
Complex II
Succinate dehydrogenase
Complex III
Cytochrome bc1
Complex IV
Cytochrome c oxidase

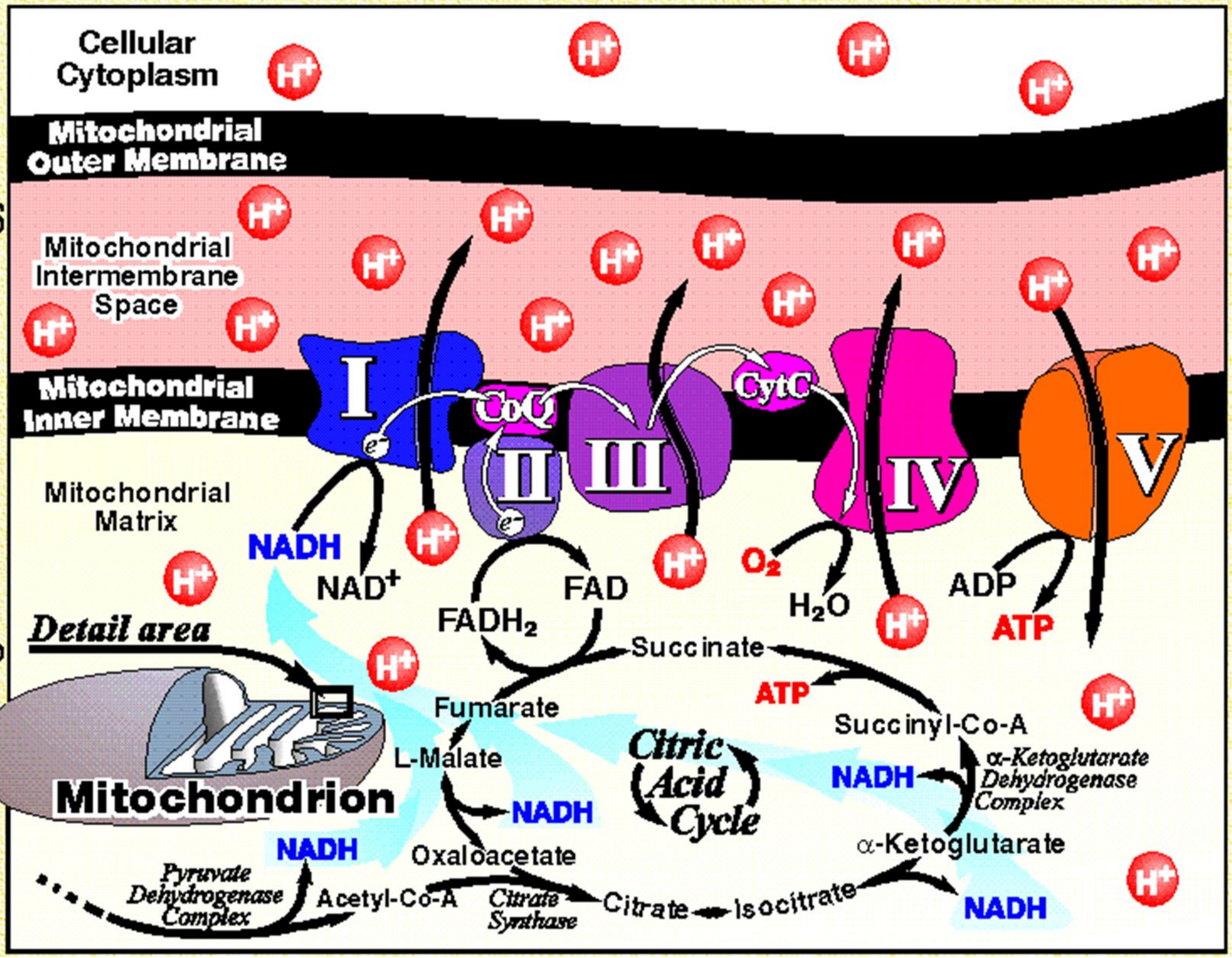


Figure 1: Nitochondrial Energy Production

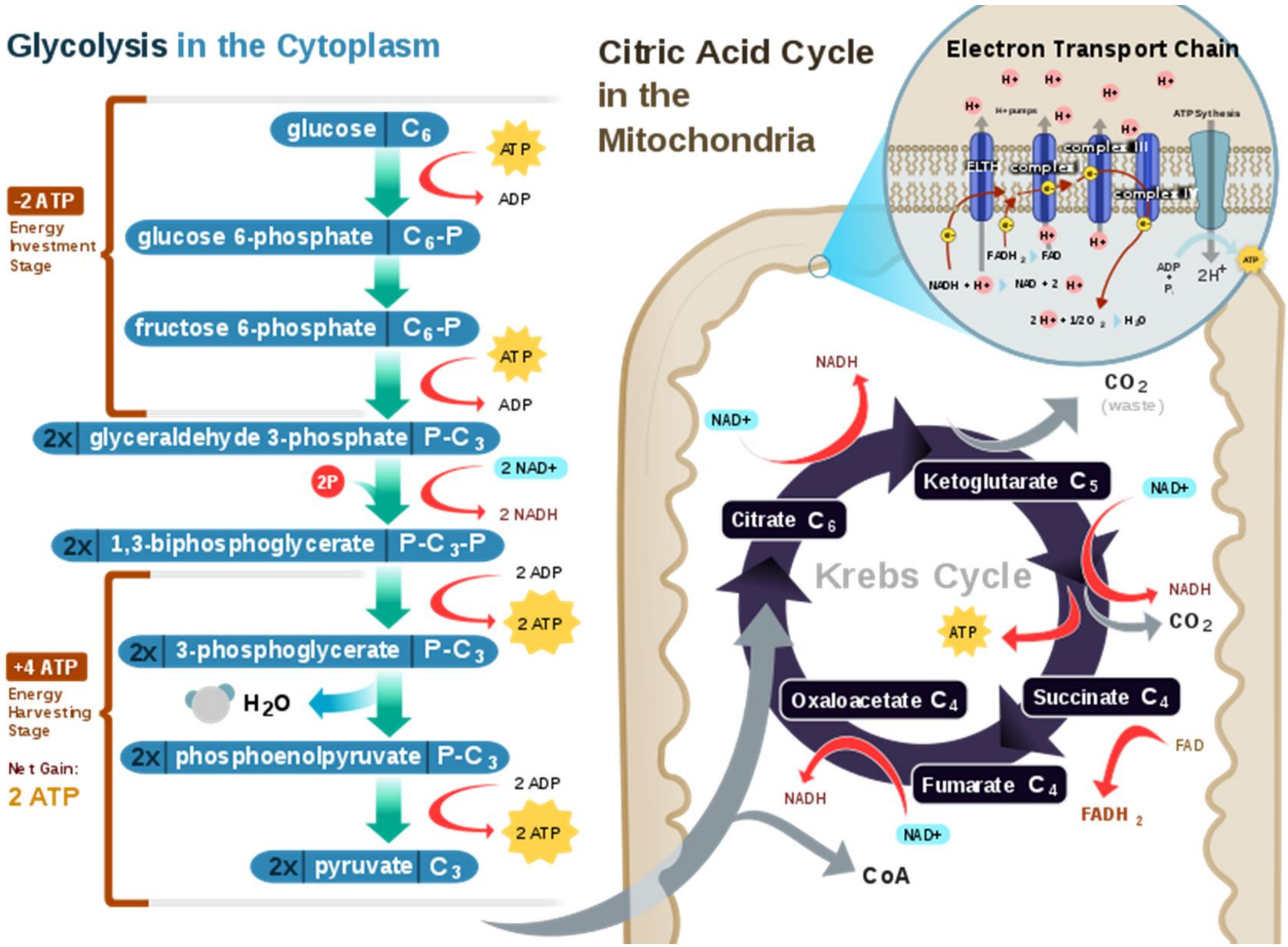
a) గ్లైకాలిసిస్

గ్లైకాలిసిస్ కణద్రవ్యంలో జరుగుతుంది. దీనిలో గ్లూకోస్ పైరువిక్ ఆమ్లంగా మారుతుంది. గ్లైకాలిసిస్ పద్ధతి లో ఏర్పడే రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణవులు మైటోకాండ్రియాలోకి ప్రవేశించి ఎలక్ట్రాన్ రవాణావ్యవస్థ ద్వారా ప్రయాణించి ATP సంశ్లేషణకు ఉపయోగపడుతాయి.

b) ఆక్సిడేటివ్ డీకార్బాక్సిలేషన్

గ్లైకాలిసిస్‌లో ఏర్పడే పైరువిక్ ఆమ్లం మైటోకాండ్రియాలోకి ప్రవేశించి పైరువిక్ డీహైడ్రోజెనేస్ ఎంజైమ్ సమక్షంలో ఆక్సీకరణం, డీకార్బాక్సిలేషన్ ద్వారా అసిటైల్ CoAగా మారుతుంది. ఆక్సీకరణంలో ఏర్పడే రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణవులను NAD స్వీకరించి $NADH_2$ గా క్షయకరణం చెందుతుంది. $NADH_2$ ఎలక్ట్రాన్ రవాణా వ్యవస్థలోకి ప్రవేశించి ఆక్సీకరణం చెందుతుంది.

పైరువిక్ ఆమ్లం + Co-A + NAD^+ $\longrightarrow$ ఎసిటైల్ CoA + CO_2 + $NADH_2$



Glycolysis in the Cytoplasm
-2 ATP
Energy Investment Stage
glucose C6
ATP
ADP
glucose 6-phosphate C6-P
fructose 6-phosphate C6-P
ATP
ADP
2x glyceraldehyde 3-phosphate P-C3
2P
2 NAD+
2 NADH
2x 1,3-biphosphoglycerate P-C3-P
2 ADP
2 ATP
+4 ATP
Energy Harvesting Stage
Net Gain:
2 ATP
2x 3-phosphoglycerate P-C3
H2O
2x phosphoenolpyruvate P-C3
2 ADP
2 ATP
2x pyruvate C3
Citric Acid Cycle in the Mitochondria
Electron Transport Chain
H+
H+ pumps
ATP Sythesis
ELTH
complex I
complex III
complex IV
FADH2
FAD
NADH + H+
NAD + 2 H+
2 H+ + 1/2 O2
H2O
ADP + Pi
2H+
ATP
NADH
NAD+
CO2
(waste)
Ketoglutarate C5
NAD+
Citrate C6
Krebs Cycle
NADH
CO2
ATP
Oxaloacetate C4
Succinate C4
FAD
Fumarate C4
FADH2
NADH
NAD+
CoA

c) క్రెబ్స్ వలయం

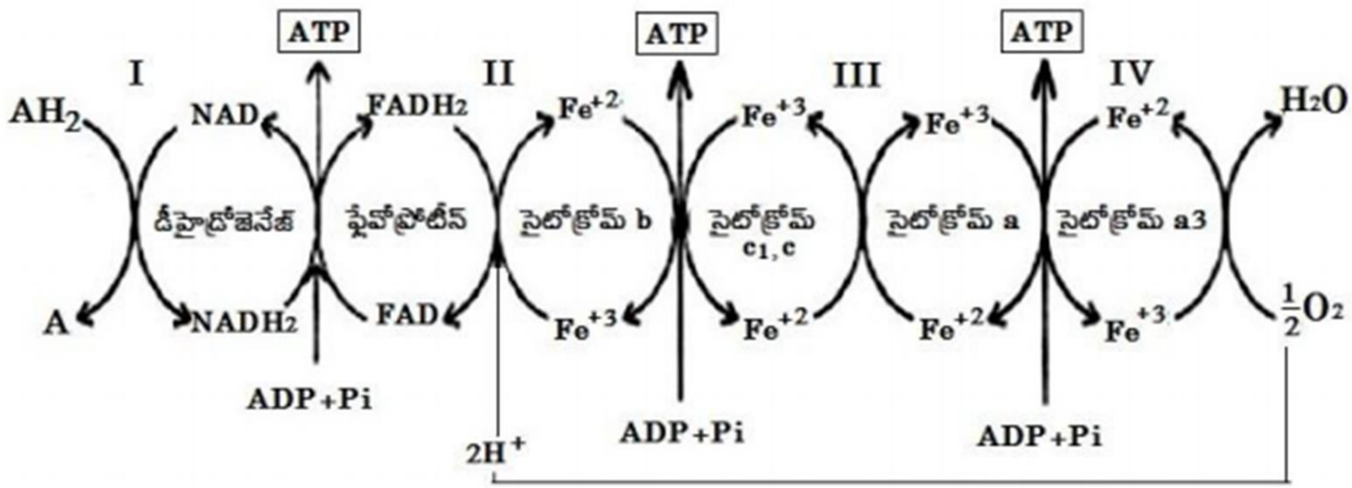
పైరువిక్ ఆమ్లం ఆక్సీకరణం చెంది CO_2 మరియు H_2O గా మారుతుంది. దీన్ని సిట్రిక్ ఆమ్ల వలయం అని అంటారు. ఇది మైటోకాండ్రియాలో జరుగుతుంది. క్రెబ్స్ వలయంలో మొదట ఎసిటైల్ Co A ఆక్సాలో ఎసిటిక్ ఆమ్లంతో కలిసి సిట్రిక్ ఆమ్లంగా మారుతుంది. అనేకచర్యల అనంతరం ఆక్సాలోఅసిటిక్ఆమ్లం తిరిగి ఏర్పడుతుంది. క్రెబ్స్ వలయ ఎంజైములు మైటోకాండ్రియా మాత్రికలో ఉంటాయి.

అసిటైల్ $$\textbf{Co-A} + 3\ \textbf{NAD}^+ + \textbf{FAD} + \textbf{ADP} + \textbf{iP} + 3\ \textbf{H}_2\textbf{O} \rightarrow 2\ \textbf{CO}_2 + 3\ \textbf{NADH}_2 + \textbf{FADH}_2 + \textbf{ATP} + \textbf{CoA}$$

ఈవలయంలో 4 జతల హైడ్రోజన్ పరమాణువులు, ఒక ATP అణువు ఏర్పడుతుంది. హైడ్రోజన్ పరమాణువులు ETS లోకి ప్రవేశిస్తాయి.

d) ఎలక్ట్రాన్ రవాణా వ్యవస్థ (ETS)

ఇందులో ఎంజైములు, సహఎంజైములు ఉంటాయి. క్షయకరణం చెందిన సహఎంజైములు $NADH_2$, $FADH_2$ లు ఆక్సీకరణం చెంది శక్తిని విడుదల చేస్తాయి. ఇది ATP సంశ్లేషణలో ఉపయోగపడుతుంది. ATP సంశ్లేషణను ఆక్సిడేటివ్ ఫాస్ఫారిలేషన్ అంటారు. ఇది మైటోకాండ్రియా అంతరత్వచంలో F_1 రేణువులో జరుగుతుంది. F_1 రేణువులో సైటోక్రోమ్ b, c, a మరియు a3, FAD, NAD మరియు యూబిక్వినాన్ ఉంటాయి. వీటిని ఎలక్ట్రాన్ రవాణా వ్యవస్థ అంటారు. ఆక్సిడేటివ్ ఫాస్ఫారిలేషన్‌లో గ్లైకాలిసిస్ ($2NADH_2$), క్రెబ్స్ వలయం ($3NADH_2$, $FADH_2$), ఆక్సిడేటివ్ డీకార్బాక్సిలేషన్ ($NADH_2$) లో ఏర్పడి విడుదలయ్యే హైడ్రోజన్ పరమాణువుల జతలు ఎలక్ట్రాన్ రవాణా వ్యవస్థలోకి ప్రవేశించి H_2O గా మార్చబడి ATP ఉత్పత్తి అవుతుంది. ఒక అణువు $NADH_2$, $FADH_2$ ఆక్సీకరణం చెందితే వరుసగా 3ATP, 2ATP అణువుల సంశ్లేషణ చెందుతాయి.



పటం 13.5.3 ఎలక్ట్రాన్ రవాణా వ్యవస్థ

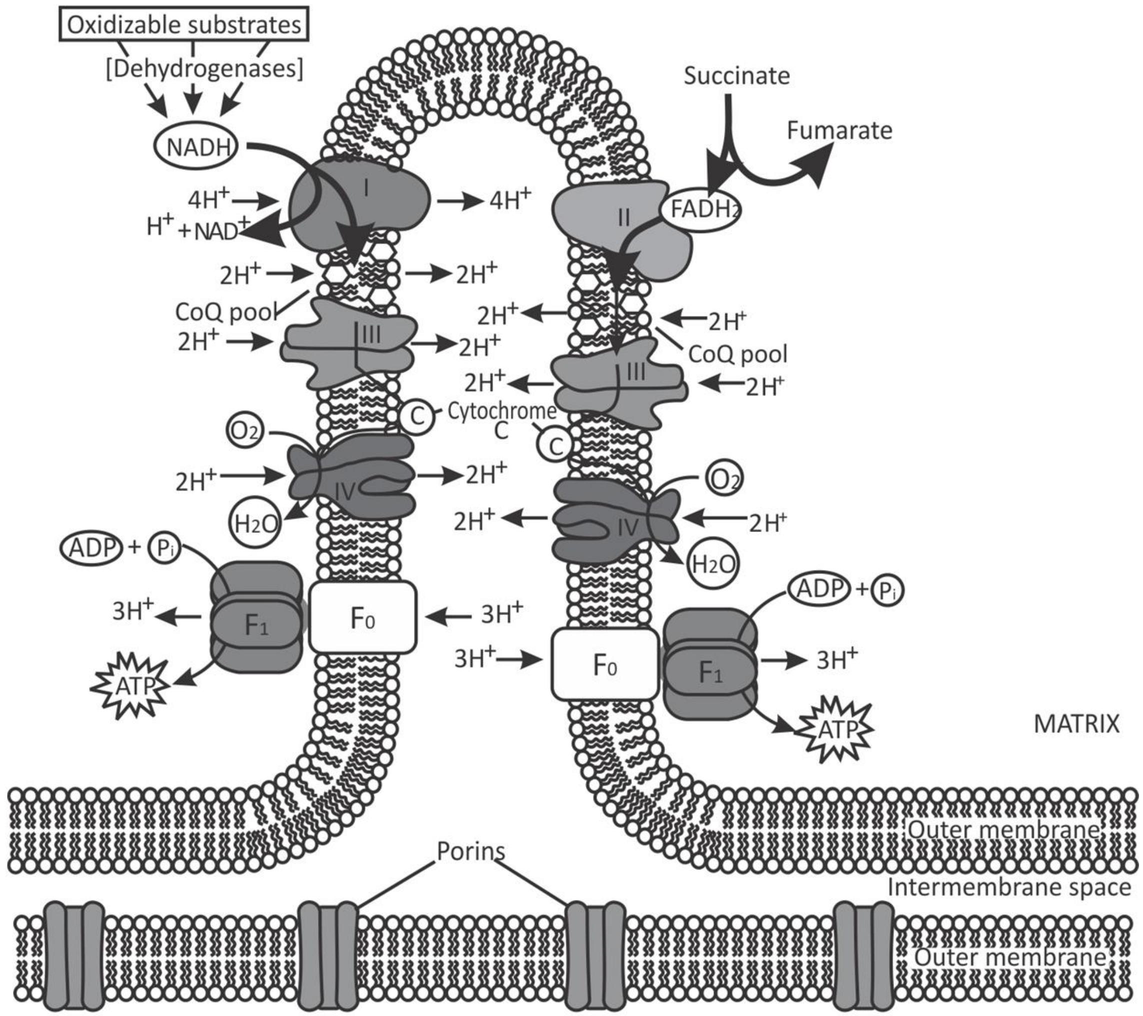


Fig. : ETS chain in mitochondria

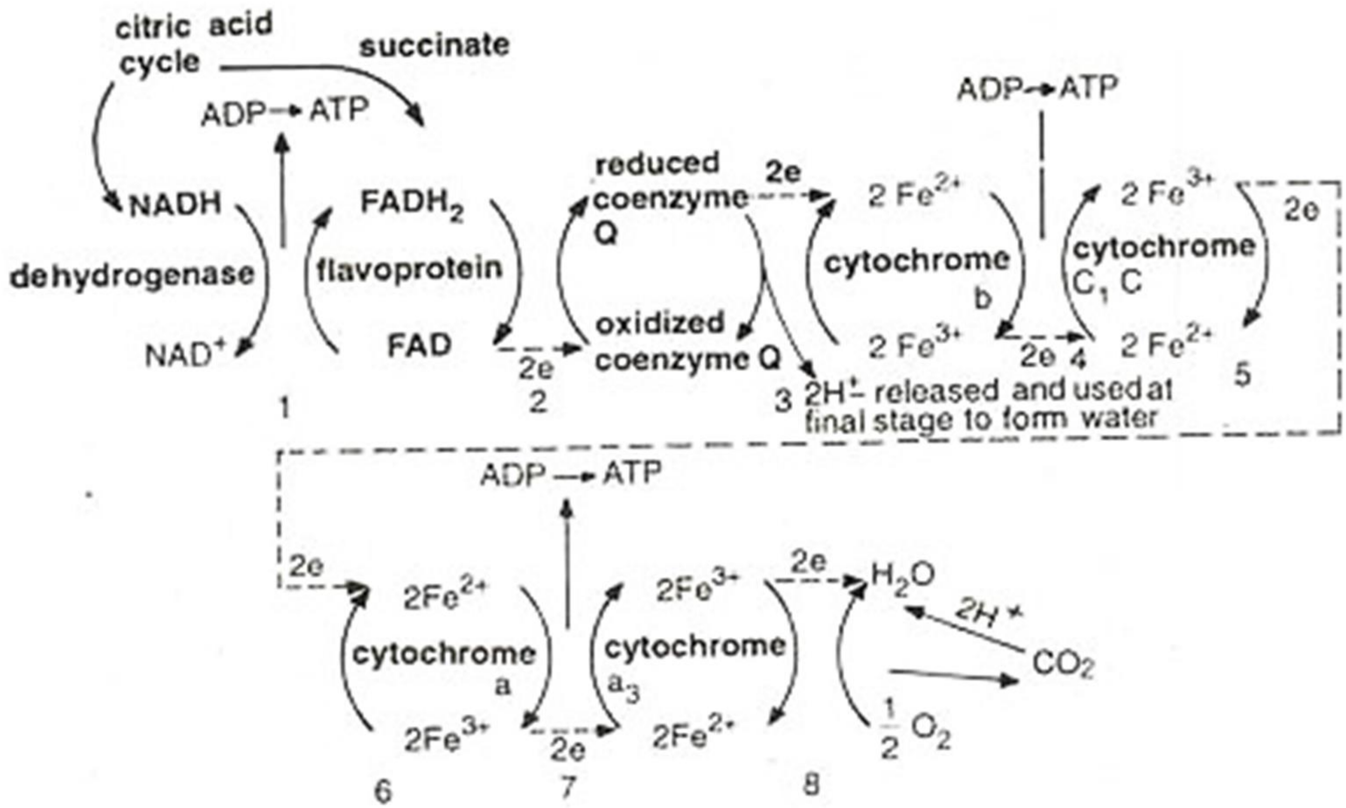
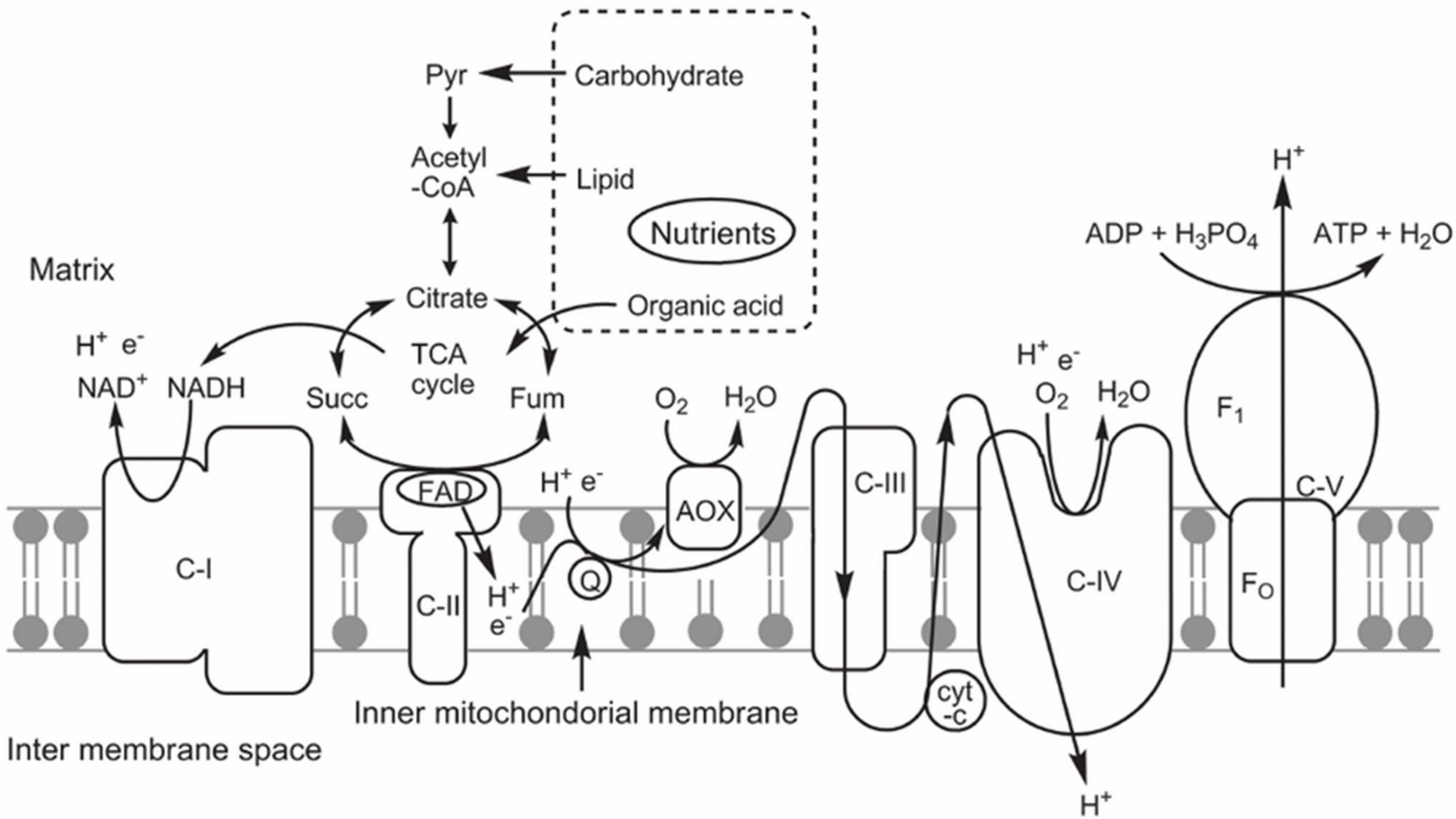
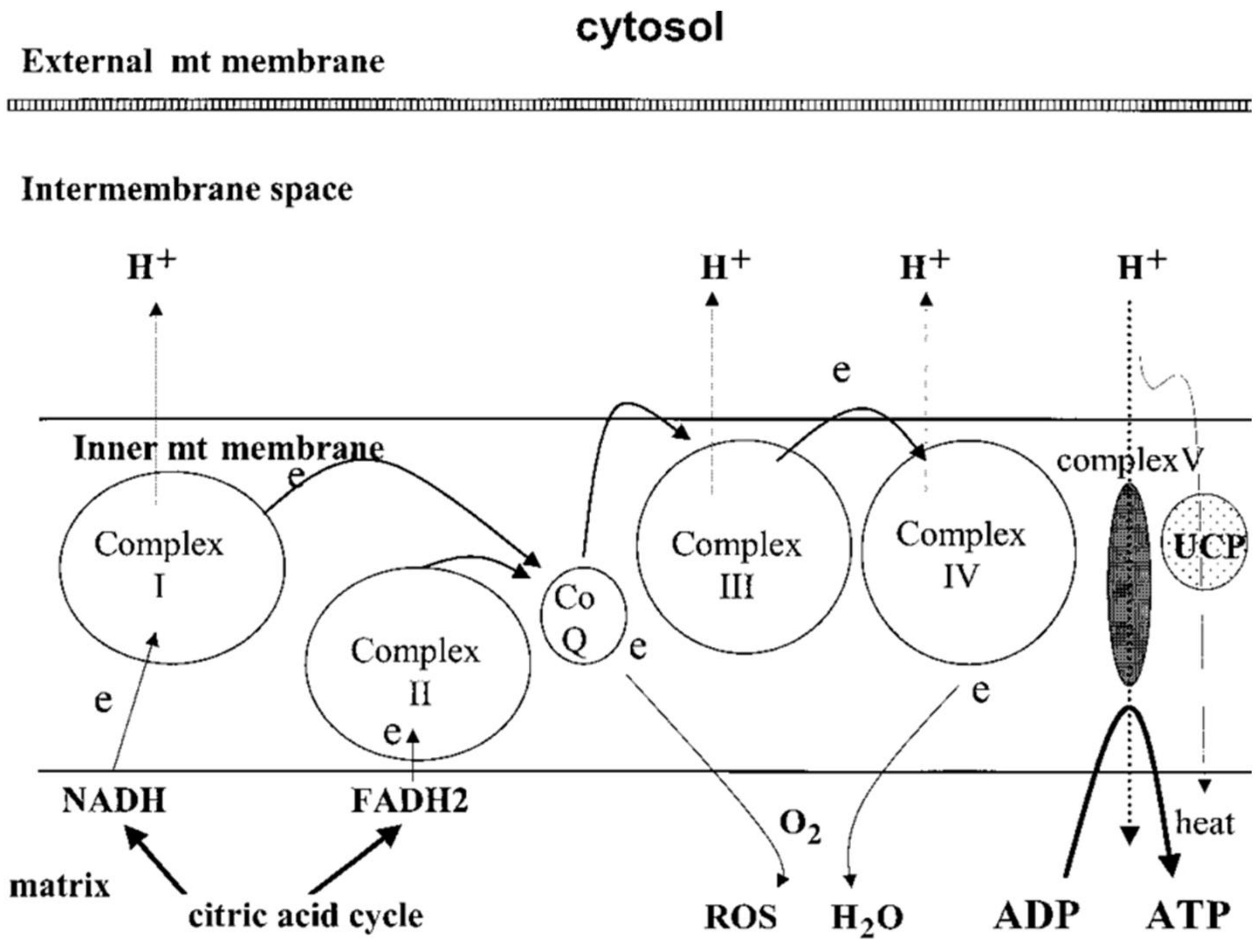
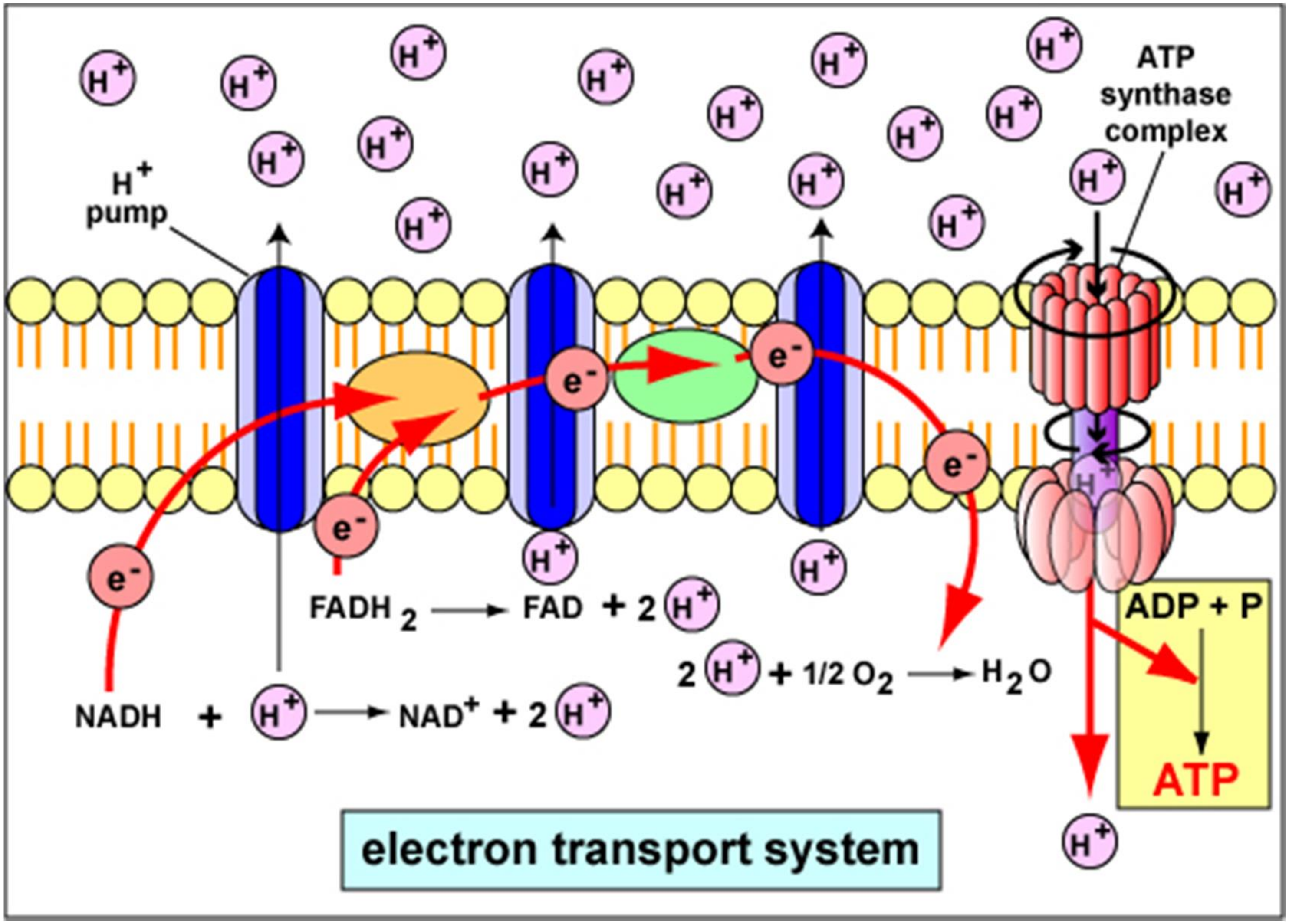


Fig. 13. Successive oxidation–reduction reactions in respiratory chain. Hydrogen ions liberated early in the chain are used at final stage in the formation of water.

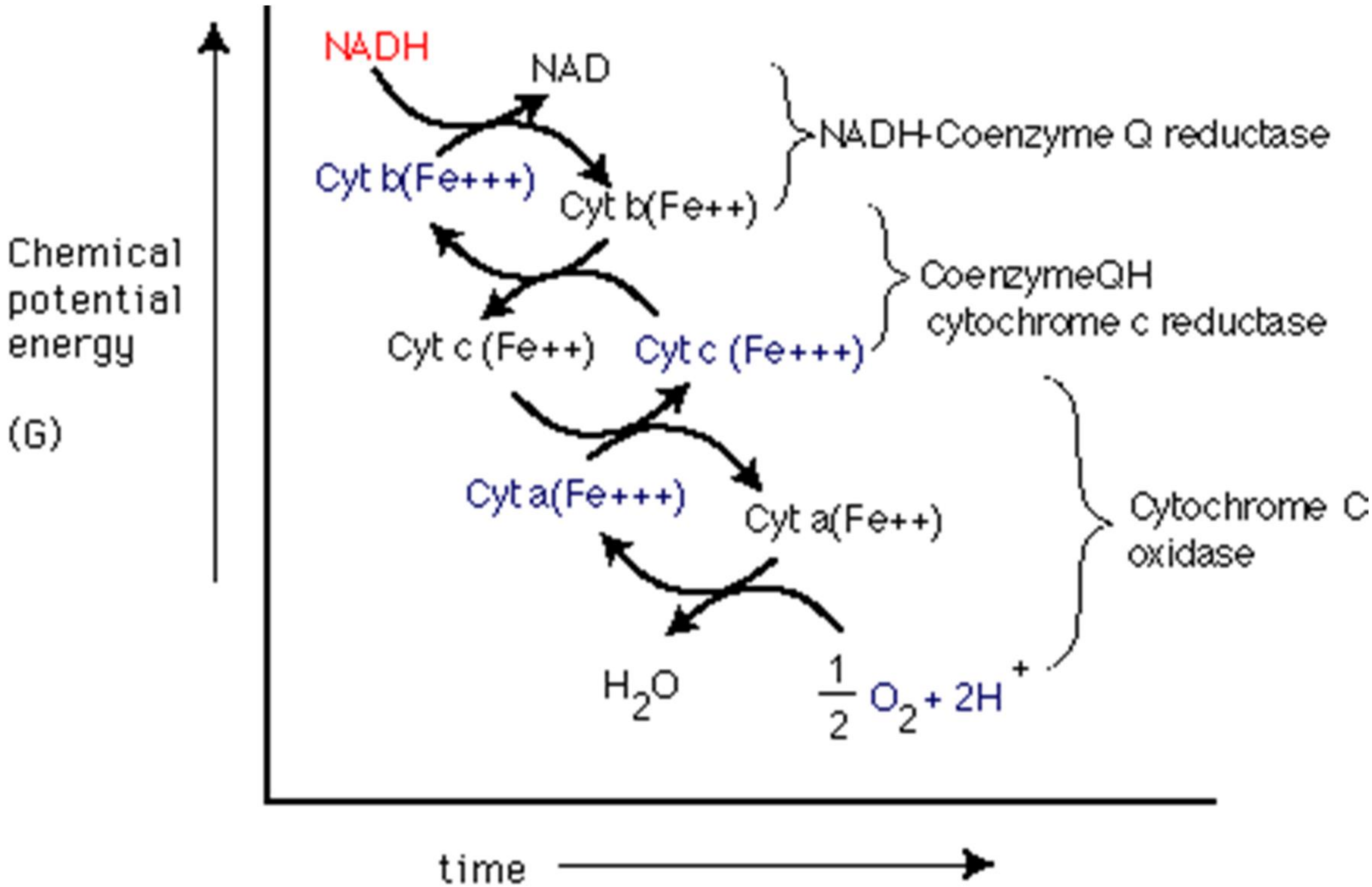


Pyr
Carbohydrate
Acetyl
-CoA
Lipid
Nutrients
Matrix
Citrate
Organic acid
H+ e-
NAD+
NADH
TCA
cycle
Succ
Fum
O2
H2O
H+ e-
O2
H2O
H+
ADP + H3PO4
ATP + H2O
F1
C-V
FAD
H+ e-
AOX
C-III
C-I
Q
C-IV
Fo
C-II
H+
e-
cyt
-c
Inner mitochondorial membrane
Inter membrane space
H+

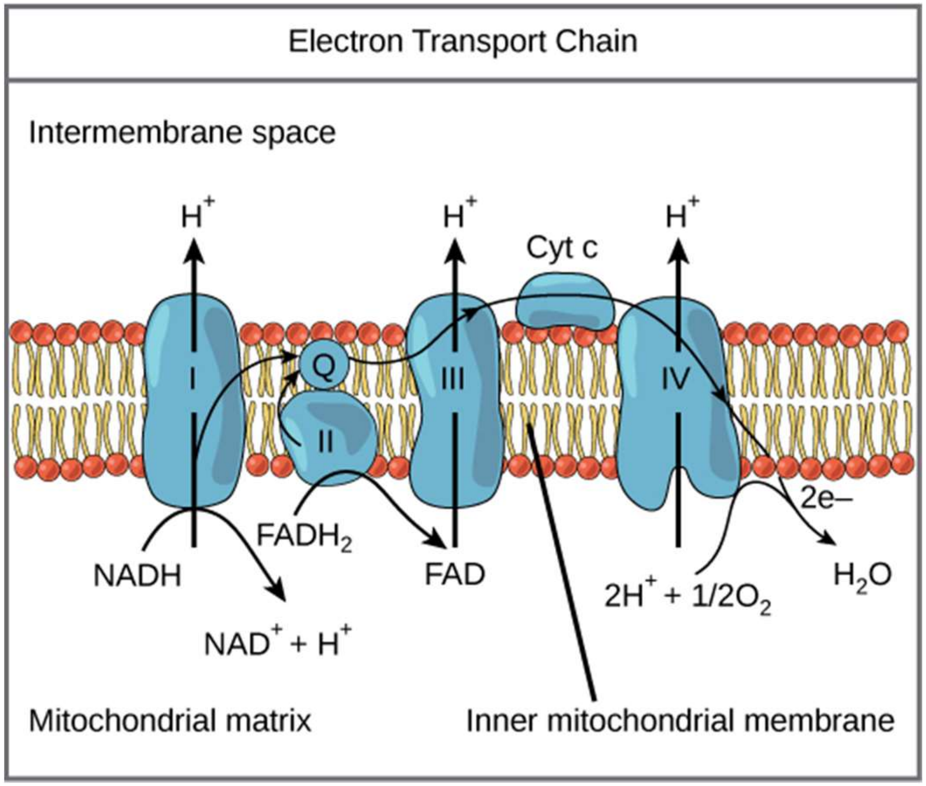

cytosol
External mt membrane
Intermembrane space
H+
H+
H+
H+
e
Inner mt membrane
e
complex V
Complex I
Complex II
Co Q
Complex III
Complex IV
UCP
e
e
e
e
NADH
FADH2
O_2
heat
matrix
citric acid cycle
ROS
H_2O
ADP
ATP



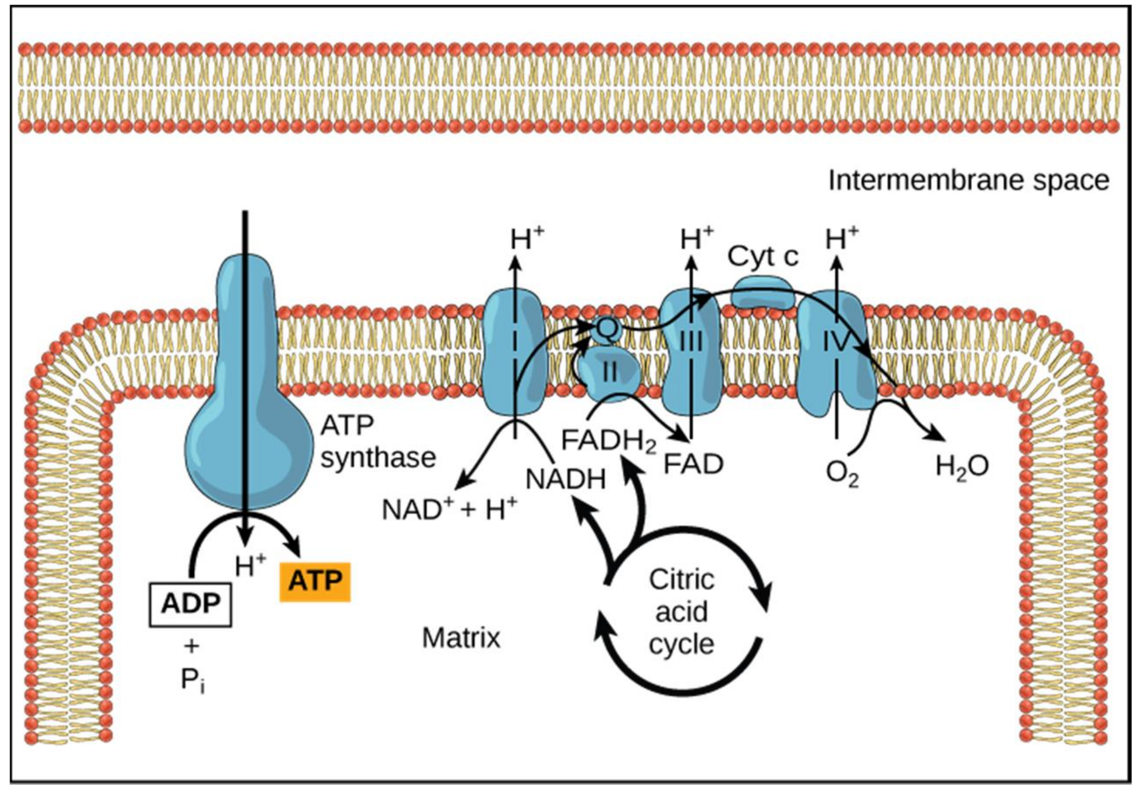
ATP synthase complex
H+ pump
FADH2 → FAD + 2 H+
2 H+ + 1/2 O2 → H2O
NADH + H+ → NAD+ + 2 H+
ADP + P
ATP
electron transport system



Chemical potential energy
(G)
NADH
NAD
Cyt b(Fe+++)
Cyt b(Fe++)
NADH-Coenzyme Q reductase
Cyt c (Fe++)
Cyt c (Fe+++)
CoenzymeQH cytochrome c reductase
Cyt a(Fe+++)
Cyt a(Fe++)
Cytochrome C oxidase
H_2O
$\frac{1}{2}$ O_2 + $2H^+$
time



Electron Transport Chain
Intermembrane space
H+
H+
H+
Cyt c
Q
I
II
III
IV
2e–
FADH2
NADH
FAD
2H+ + 1/2O2
H2O
NAD+ + H+
Mitochondrial matrix
Inner mitochondrial membrane



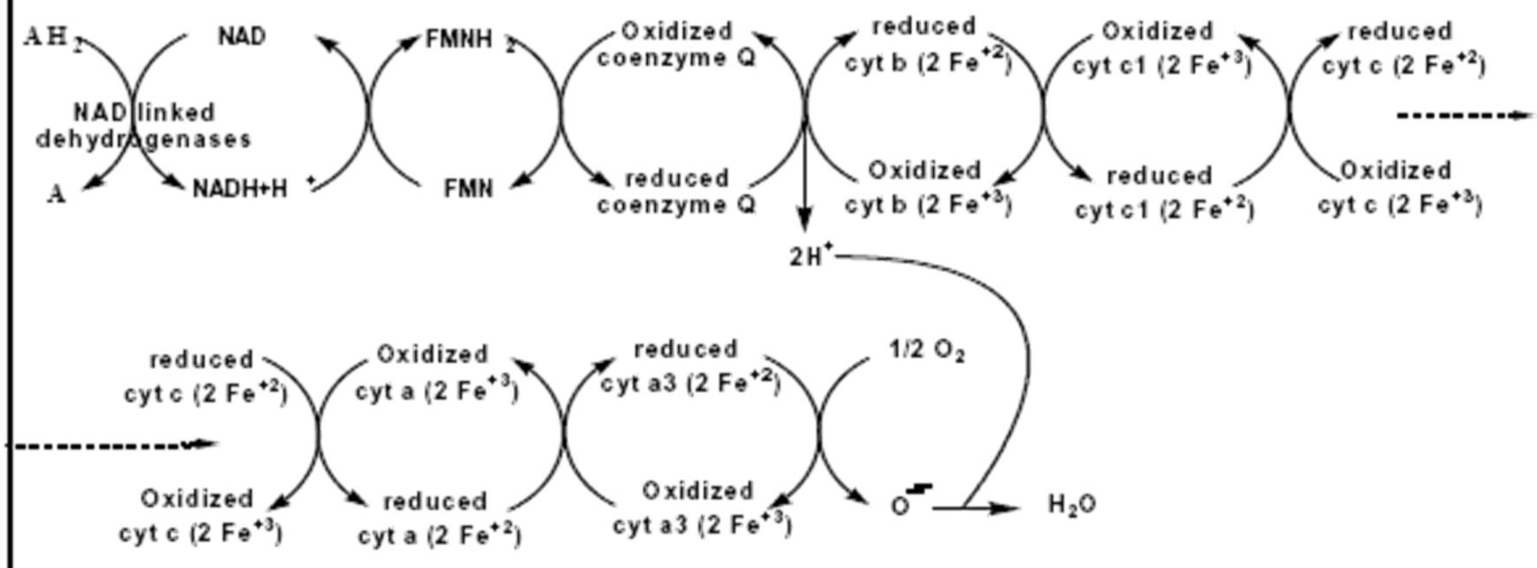
Intermembrane space
H+
H+
H+
Cyt c
Q
I
II
III
IV
ATP synthase
FADH2
FAD
NADH
NAD+ + H+
O2
H2O
H+
ADP
ATP
+
Pi
Matrix
Citric acid cycle

ఎలక్ట్రాన్ రవాణా వ్యవస్థలో ఎలక్ట్రానులు ఒక సైటోక్రోమ్ నుంచి మరొక సైటోక్రోమ్‌కు ఎలక్ట్రాన్ రవాణా జరిగినప్పుడు అత్యధిక స్థాయిలో శక్తి విడుదలవుతుంది. ఈశక్తిని ADP గ్రహించి ATPగా మారుస్తుంది.

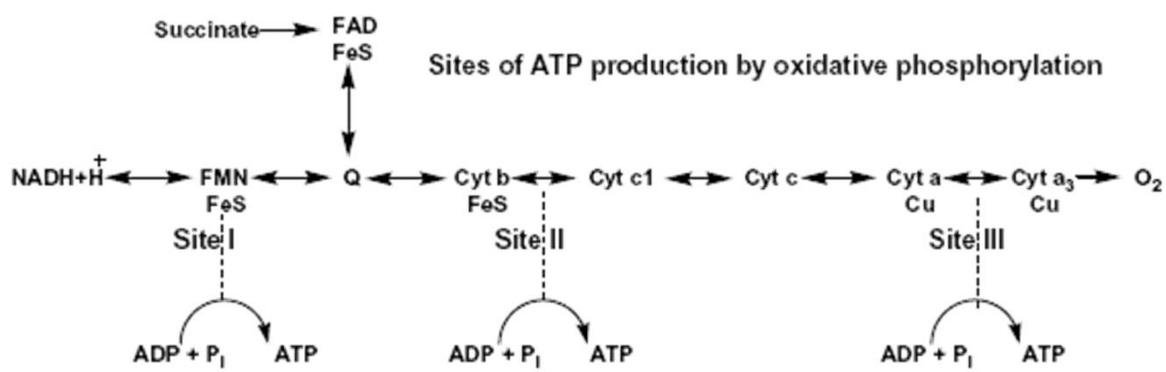
$$\textbf{ADP + iP + శక్తి} \longrightarrow \textbf{ATP}$$

ఆక్సీకరణ చర్యల వల్ల జరిగే ATP అణువుల సంశ్లేషణను ఆక్సిడేటివ్ ఫాస్ఫారిలేషన్ అంటారు.

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O + 38\ ADP + 38\ iP \longrightarrow 6CO_2 + 12\ H_2O + 38\ ATP$$



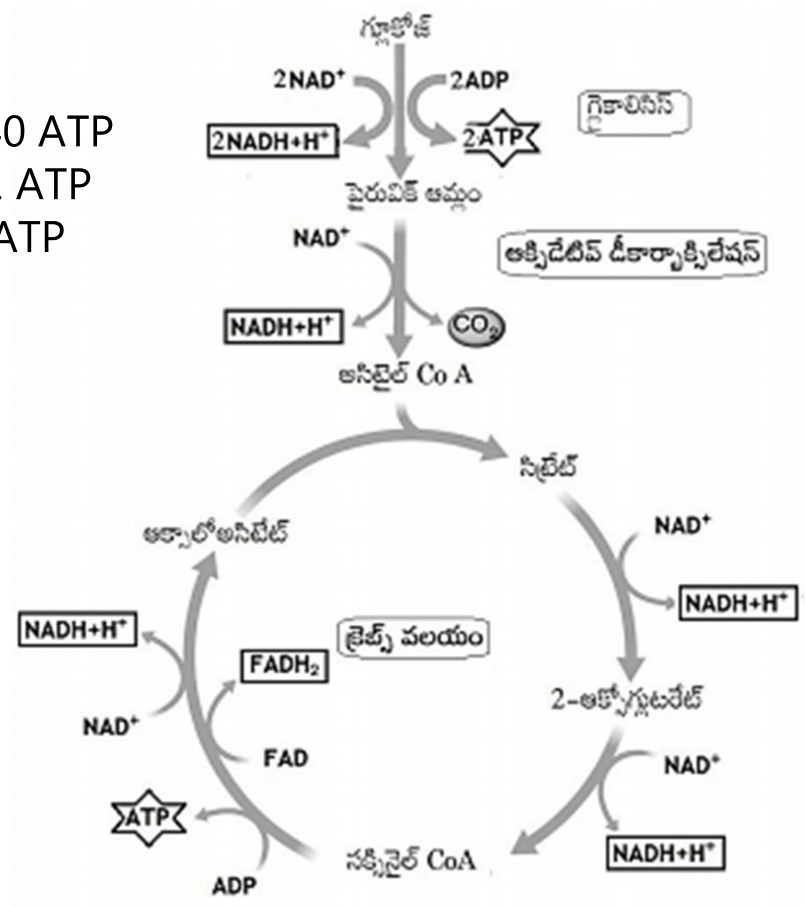
Sequence of events in the electron transport chain



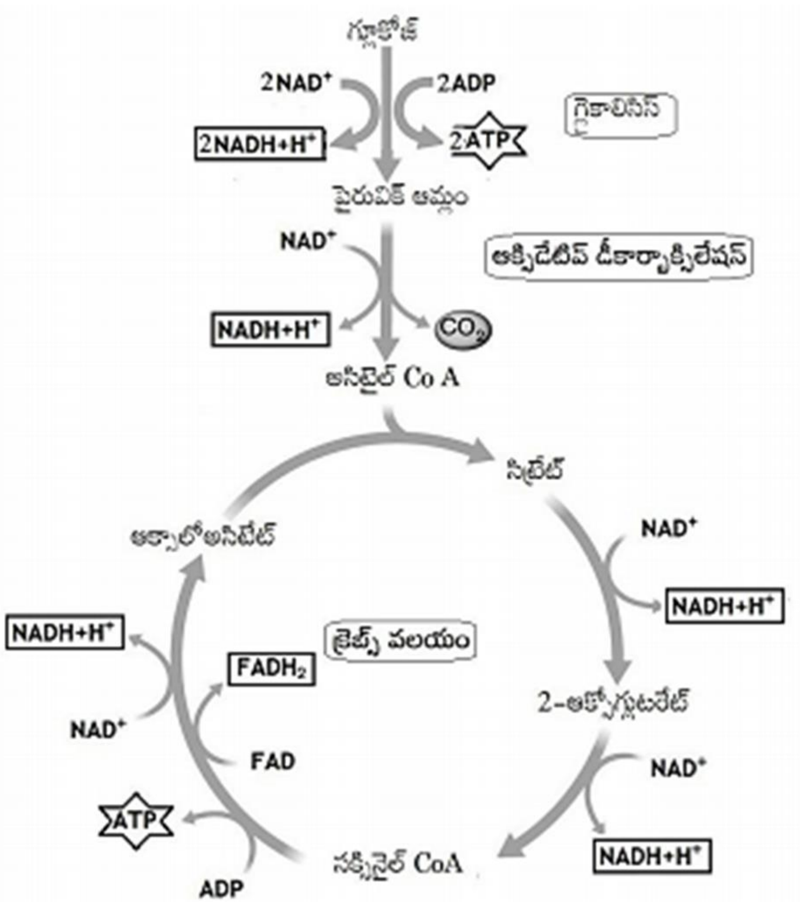
Sites of ATP production by oxidative phosphorylation

13.5.5 మైటోకాండ్రియాలో శక్తి ఉత్పాదన

ఒక గ్లూకోస్ అణువు ఆక్సీకరణ = 40 ATP
గ్లైకాలిసిస్ ATP వినియోగం = - 2 ATP
నికర ఉత్పాదకత = 38 ATP



పటం 13.5.4 గ్లూకోజ్ ఆక్సీకరణం



పటం 13.5.4 గ్లూకోజ్ ఆక్సీకరణం

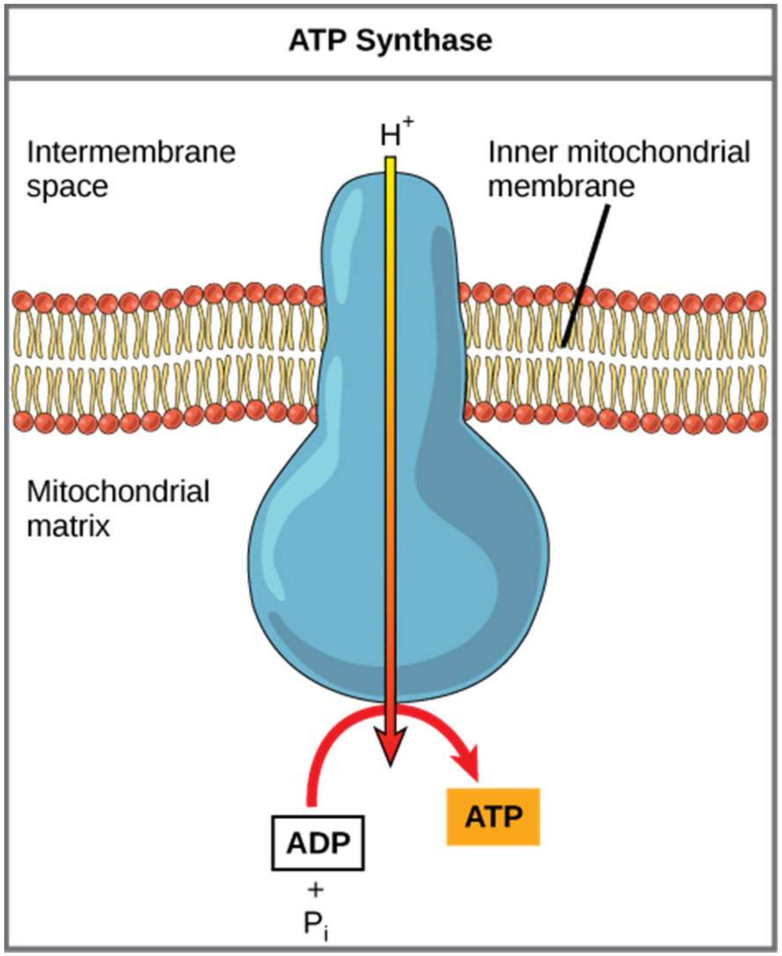
1. గ్లైకాలిసిస్

i. గ్లూకోజ్ → ఫ్రక్టోజ్ 1,6 డైఫాస్ఫేట్	=	**- 2 ATP**
ii. ట్రయోస్ ఫాస్ఫేట్ → 2,3 డైఫాస్ఫోగ్లిసరిక్ ఆమ్లం	=	**2 ATP**
iii. 2-ఫాస్ఫోపైరువిక్ ఆమ్లం → 2-పైరువిక్ ఆమ్లం	=	**2 ATP**
iv. 2 NADH → 2 NAD + H+	=	**6 ATP**
2. ఆక్సిడేటివ్ డీకార్బాక్సిలేషన్ 1 NADH	=	**3 ATP**

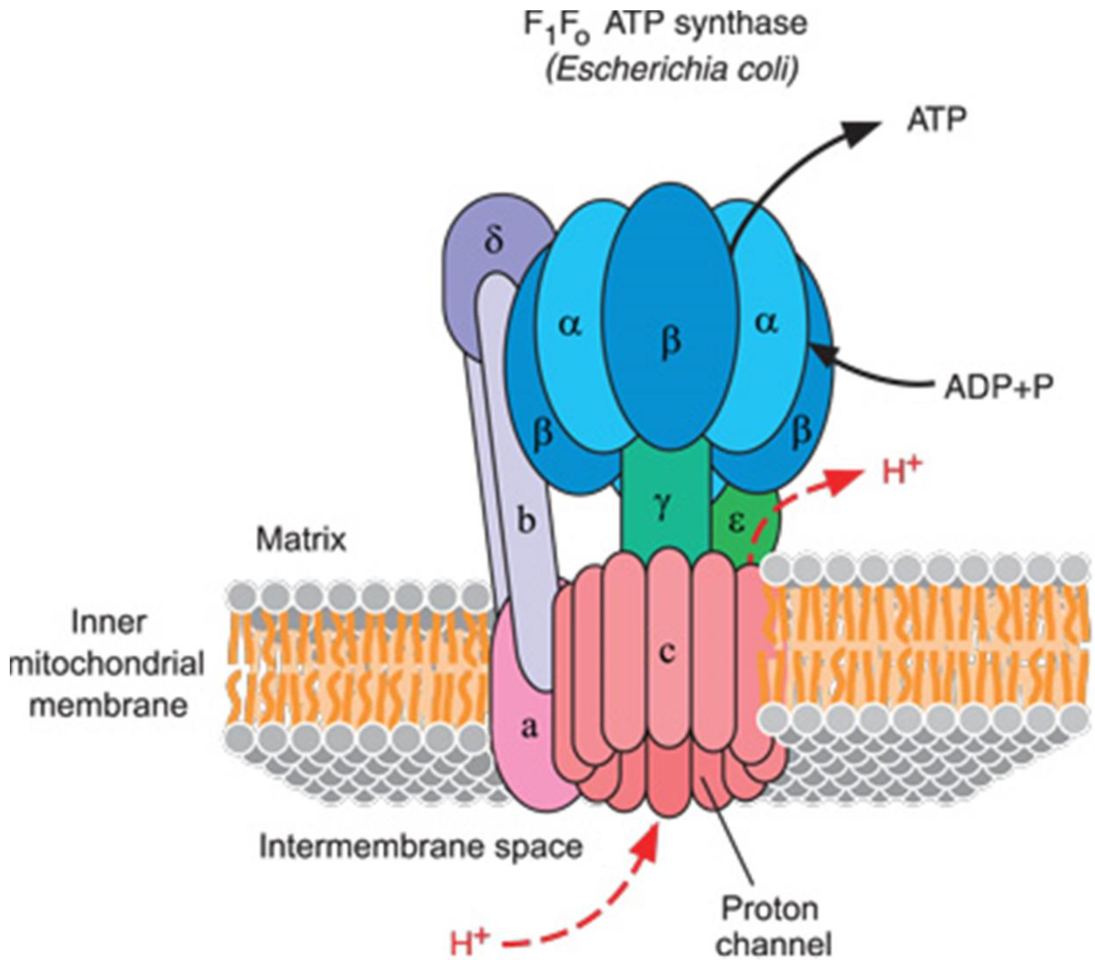
3. క్రెబ్స్ వలయం

i. ఐసోసిట్రిక్ ఆమ్లం → ఆక్సాలోసక్సినిక్ ఆమ్లం (NAD ద్వారా)	=	**3 ATP**
ii. α-కీటోగ్లుటరిక్ ఆమ్లం → సక్సినిల్ Co-A (NAD ద్వారా)	=	**3 ATP**
iii. సక్సినిక్ ఆమ్లం → ఫ్యూమరిక్ ఆమ్లం (FAD ద్వారా)	=	**2 ATP**
iv. మాలిక్ ఆమ్లం → ఆక్సాలో అసిటిక్ ఆమ్లం (NAD ద్వారా)	=	**3 ATP**
v. సక్సినల్ Co-A → సక్సినిక్ ఆమ్లం	=	**1 ATP**
ఒక పైరువిక్ ఆమ్లం ఆక్సీకరణం వల్ల మొత్తం ఉత్పత్తి అయిన ATP అణువులు	=	**15 ATP**

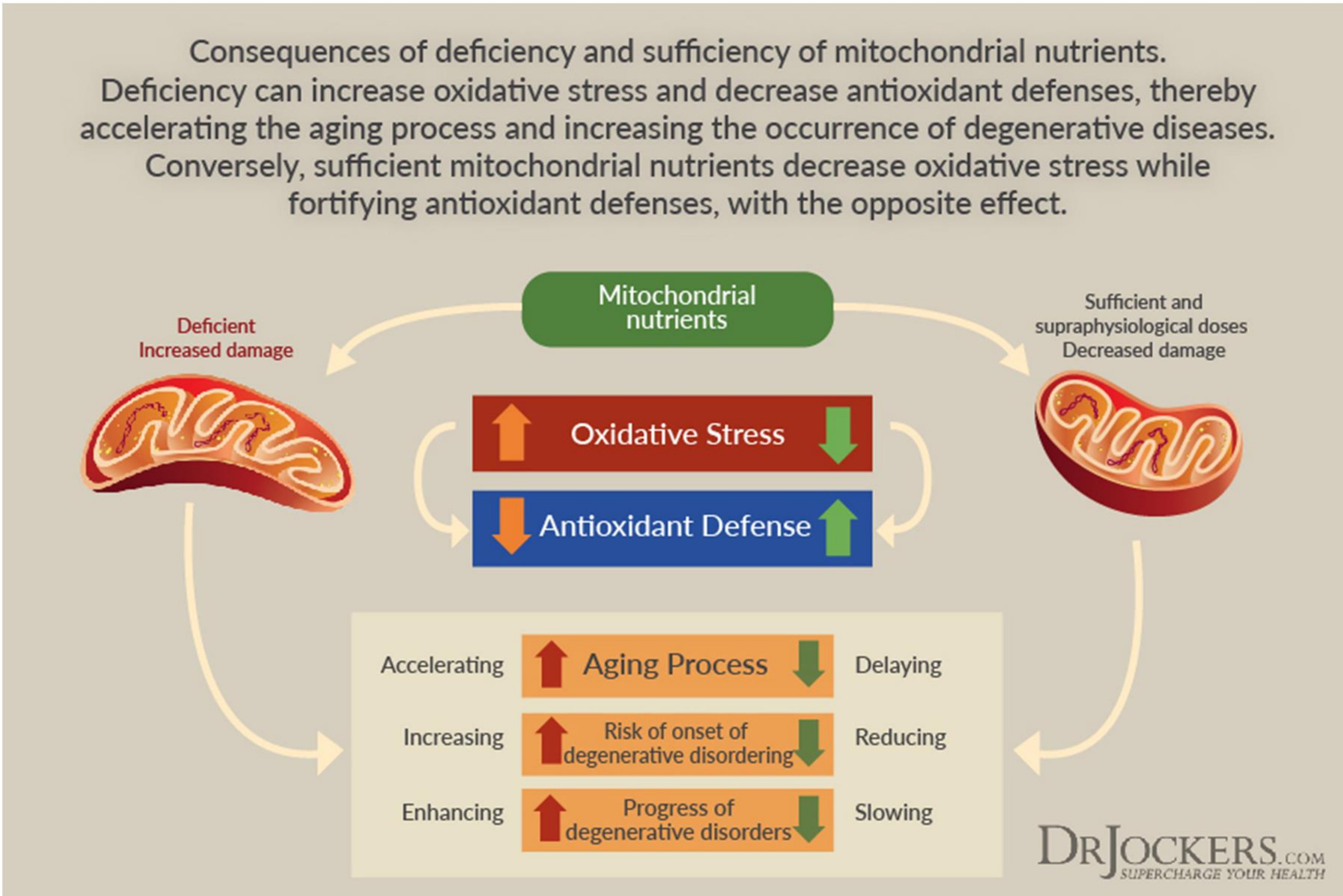
ఈవిధంగా ఒక పైరువిక్ ఆమ్లం ఆక్సీకరణం చెందడం ద్వారా 15 ATP అణువులు ఉత్పత్తి అవుతాయి. ఒక్కొక్క గ్లూకోస్ అణువు ఉంచి రెండు అణువుల పైరువిక్ ఆమ్లాలు ఏర్పడుతాయి. అందువల్ల మొత్తం 30 ATP అణువులు ఏర్పడతాయి. గ్లైకాలిసిస్ ద్వారా 8 అణువుల ATP లు ఉత్పత్తి అవుతాయి. మొత్తంగా ఒక గ్లూకోస్ సంపూర్ణంగా ఆక్సీకరణం చెందడం ద్వారా 38 ATP అణువులు ఏర్పడతాయి.



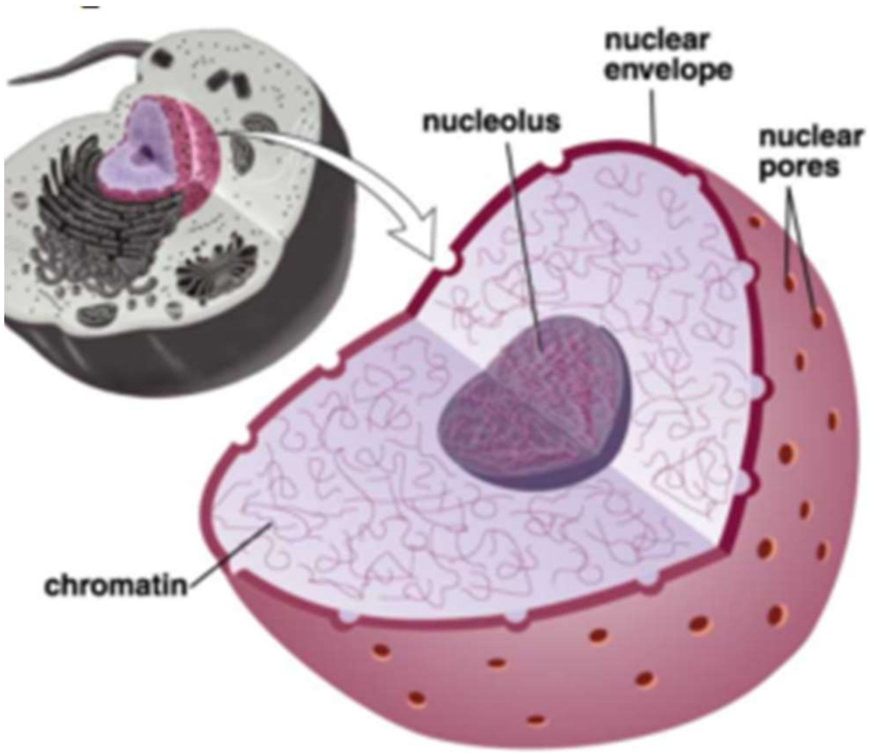
ATP Synthase
H+
Intermembrane space
Inner mitochondrial membrane
Mitochondrial matrix
ADP
+
Pi
ATP

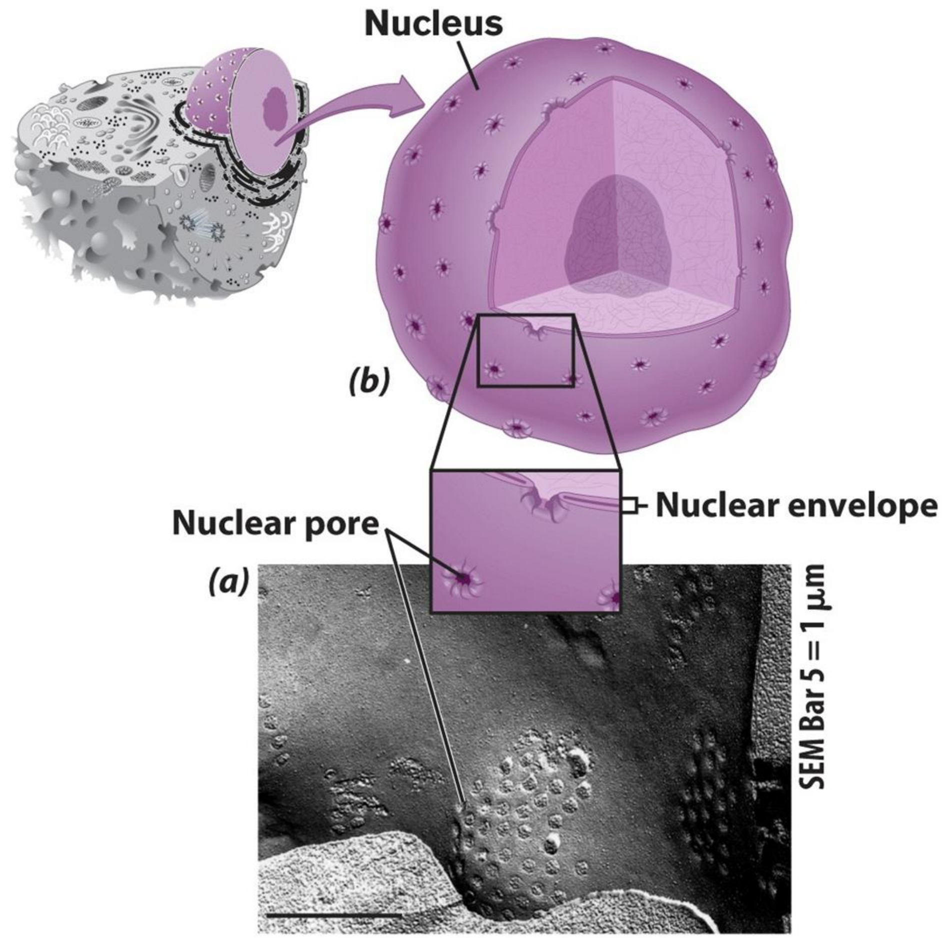


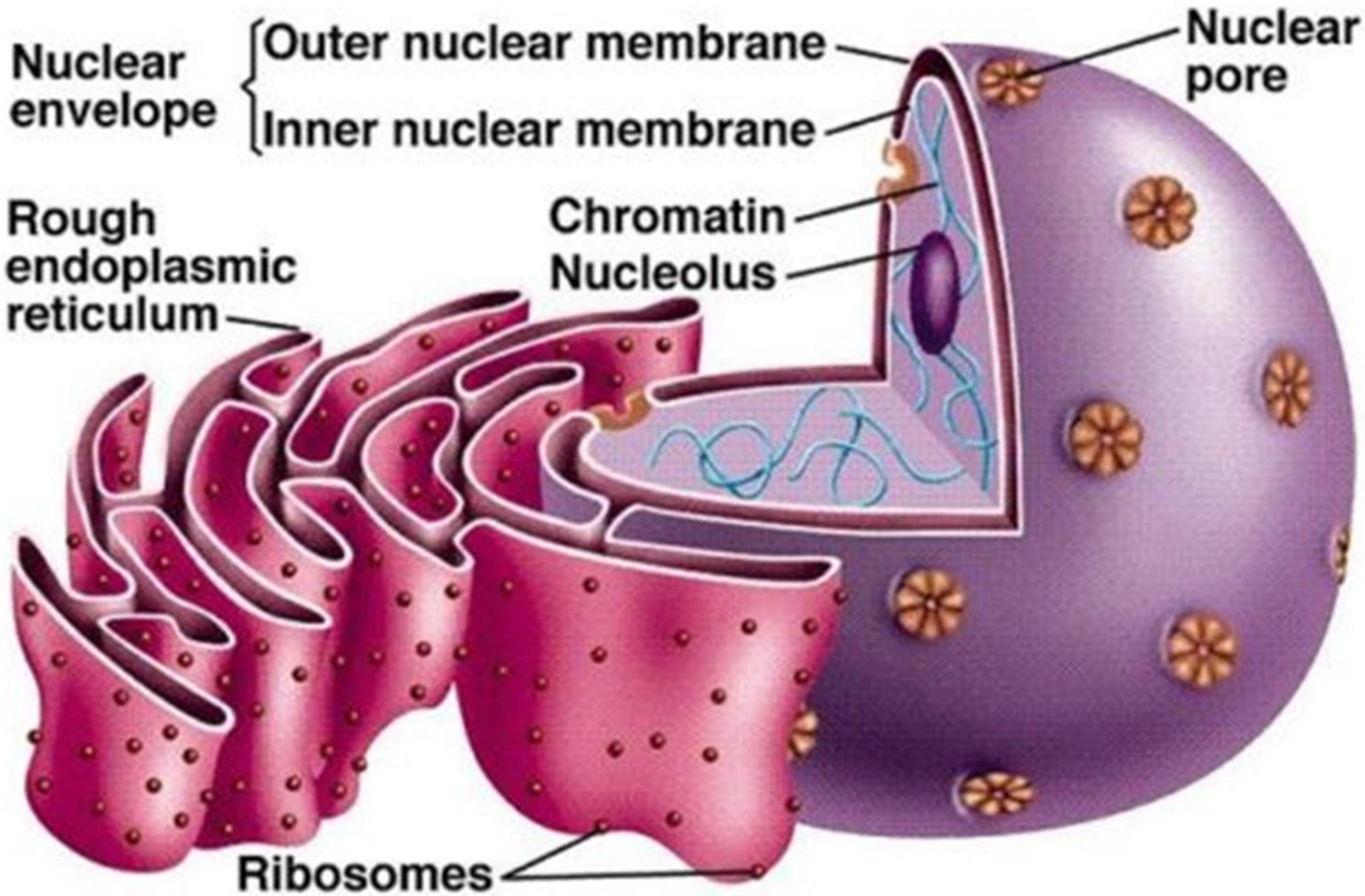
F1Fo ATP synthase
(Escherichia coli)
ATP
δ
α
β
α
ADP+P
β
β
H+
γ
ε
b
Matrix
c
Inner mitochondrial membrane
a
Intermembrane space
Proton channel
H+


Consequences of deficiency and sufficiency of mitochondrial nutrients.
Deficiency can increase oxidative stress and decrease antioxidant defenses, thereby accelerating the aging process and increasing the occurrence of degenerative diseases.
Conversely, sufficient mitochondrial nutrients decrease oxidative stress while fortifying antioxidant defenses, with the opposite effect.
Mitochondrial nutrients
Deficient
Increased damage
Sufficient and supraphysiological doses
Decreased damage
Oxidative Stress
Antioxidant Defense
Accelerating
Aging Process
Delaying
Increasing
Risk of onset of degenerative disordering
Reducing
Enhancing
Progress of degenerative disorders
Slowing
DrJockers.com
SUPERCHARGE YOUR HEALTH

కేంద్రకం


nuclear envelope
nucleolus
nuclear pores
chromatin


Nucleus
(b)
Nuclear envelope
Nuclear pore
(a)
SEM Bar 5 = 1 μm

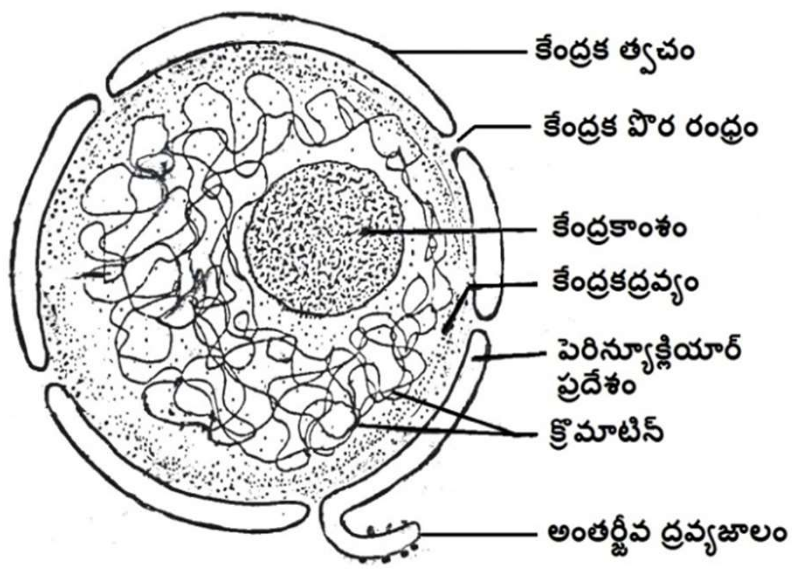


Nuclear envelope
Outer nuclear membrane
Inner nuclear membrane
Nuclear pore
Rough endoplasmic reticulum
Chromatin
Nucleolus
Ribosomes

కణంలోని వివిధ జీవక్రియలను నియంత్రించి సమన్వయ పరుస్తుంది.

కేంద్రకంలో నాలుగు భాగాలుంటాయి .

అవి కేంద్రకత్వచం, కేంద్రకద్రవ్యం, క్రొమాటిన్, కేంద్రకాంశం



కేంద్రకం - నిర్మాణం

<u>కేంద్రకత్వచం</u>:

కేంద్రకాన్ని ఆవరించి ఉన్న ఆచ్ఛాదన.

దీనిలో రెండు ప్రమాణ త్వచాలుంటాయి.

వీటి మధ్య పెరిన్యూక్లియార్ ప్రదేశం ఉంటుంది.

కేంద్రకత్వచంలో అక్కడక్కడ రంధ్రాలుంటాయి.

<u>కేంద్రకద్రవ్యం</u>

కేంద్రకంలో ఉన్న సజాతీయ ద్రవ పదార్థాన్ని కేంద్రక ద్రవ్యం అంటారు.

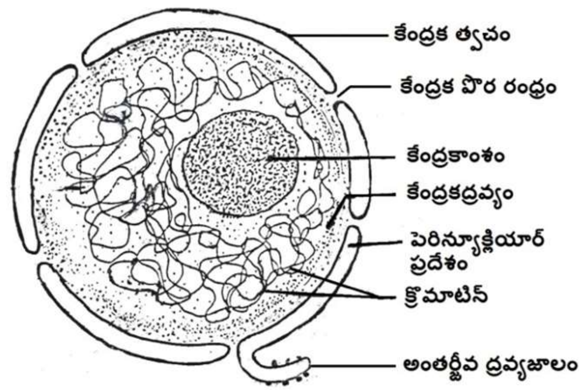
గ్లైకోప్రోటీన్లు, రైబోన్యూక్లియో ప్రోటీన్లు, ఎంజైములు, DNA, RNA పాలిమరేజ్ లు, క్రొమాటిన్ ఉంటాయి.

క్రొమాటిన్ పదార్థం:

- కేంద్రకంలో చిక్కుపడి ఉన్న దారాల వంటి నిర్మాణాన్ని క్రొమాటిన్ అంటారు .
- దీనిలో DNA హిస్టోన్ ప్రోటీన్లు
- కణం విభజన జరిగేటప్పుడు ఈ పోగులు దళసరిగా , పొట్టిగా మారి క్రోమోసోములుగా రూపొందుతాయి.

కేంద్రకాంశం:

- ఒకటి లేదా అంతకంటే ఎక్కువ సంఖ్యలో గుండ్రటి ముదురు రంగు గల నిర్మాణాలు
- కేంద్రకాంశ సంవిధాన క్రోమోసోమ్ అనే ప్రత్యేక క్రోమోసోమ్ యొక్క ద్వితీయ కుంచనం నుంచి కేంద్రకాంశం ఏర్పడుతుంది.
- RNA ప్రోటీన్లు, అతి కొద్దిగా DNA
- రైబోసోముల ఉత్పత్తి.



కేంద్రకం - నిర్మాణం

విధులు :

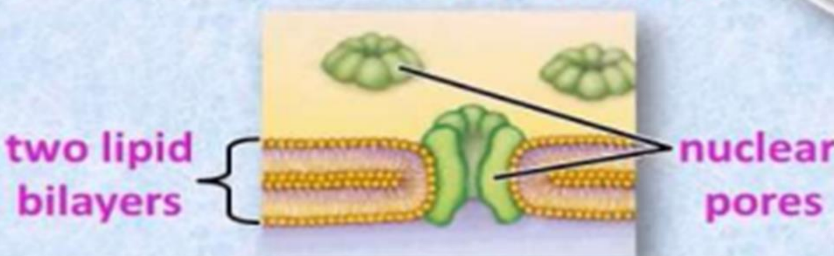
- కణంలోని జీవక్రియల నియంత్రణ చర్యలన్నీ కేంద్రకం ఆదీనంలో జరుగుతాయి.
- అనువంశిక ప్రక్రియలలో పాత్ర వహిస్తుంది.
- పిండాభివృద్ధిలో కణవిభేదనం కేంద్రక ఆధీనంలో ఉంటుంది.
- RNA సంశ్లేషణ జరుగుతుంది.
- పదార్థాల మార్పిడిలో కేంద్రకత్వచం ఉపయోగపడుతుంది.
- ప్రోటీన్ సంశ్లేషణకు అవసరమయిన మాస్టర్ ప్లాన్ కేంద్రకంలో ఉంటుంది.

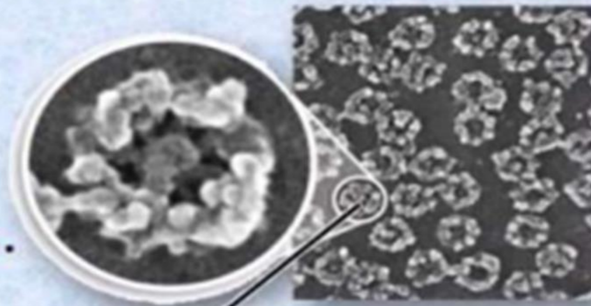
THE NUCLEUS

FUNCTIONS

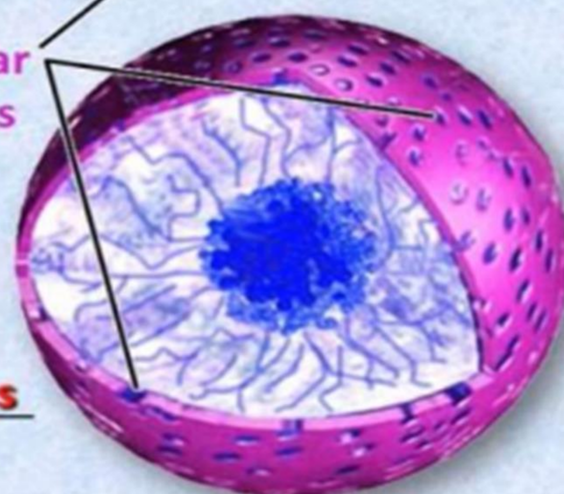
Eukaryotes

- The nucleus is composed of:
  1) Nuclear Membrane
     - This is a **double** membrane and it contains **nuclear pores**.





TEM micrograph of nuclear pores.



     - It surrounds and **protects** the contents of the nucleus.
     - It controls the **transport** of substances between the **nucleus** and the **cytoplasm**,

THE NUCLEUS

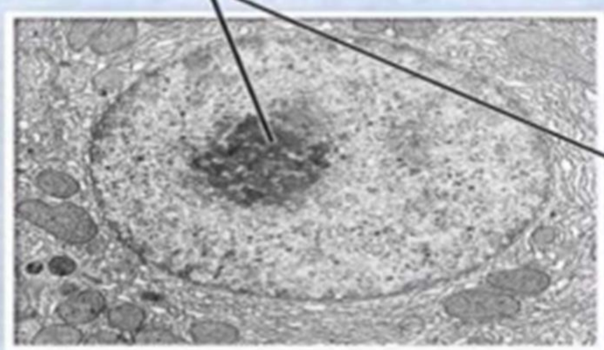
FUNCTIONS

Eukaryotes

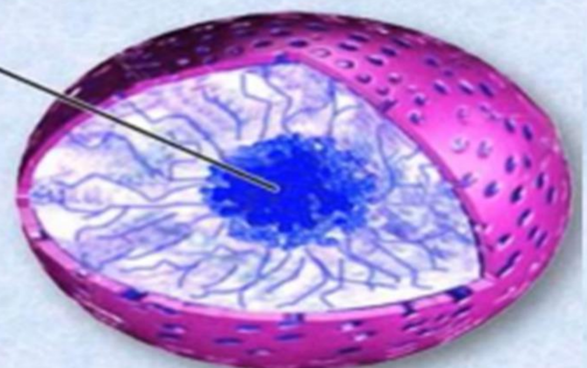
- **The nucleus is composed of:**

2) **Nucleoplasm**
   - The **liquid** within the nucleus.
   - It is similar to the **cytosol** within the cytoplasm.

3) **Nucleolus**



TEM micrograph of nucleus and nucleolus.



- **Made up of a combination of RNA and proteins.**
- **Site of ribosome synthesis.**

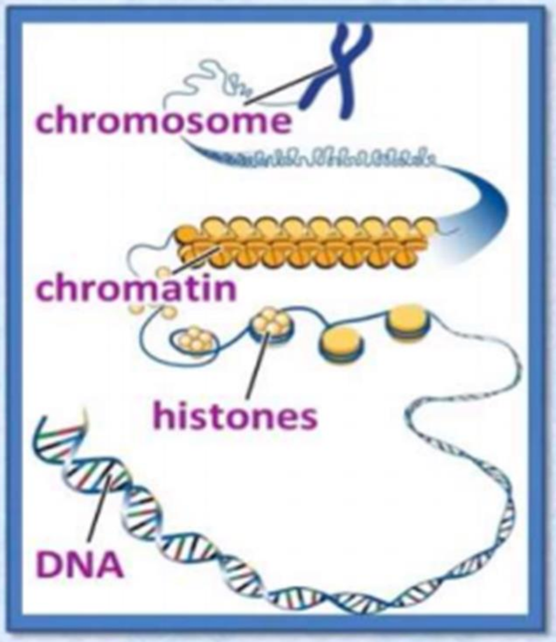
THE NUCLEUS

FUNCTIONS

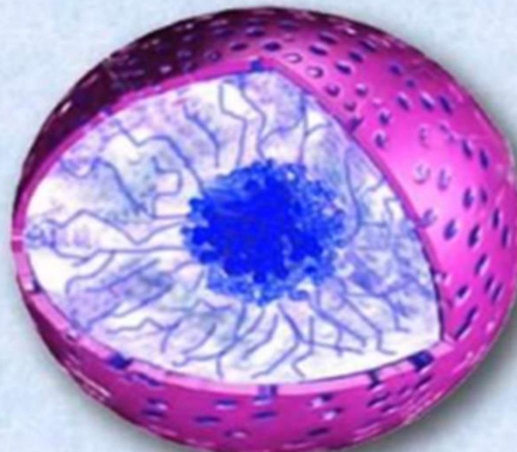
Eukaryotes

- The nucleus is composed of:

  4) Chromatin & Chromosomes



- Strands of **DNA** wrapped around proteins called **histones** create **chromatin**.
- Chromatin forms **chromosomes** when it **condenses** into easily visible strands during cell division.

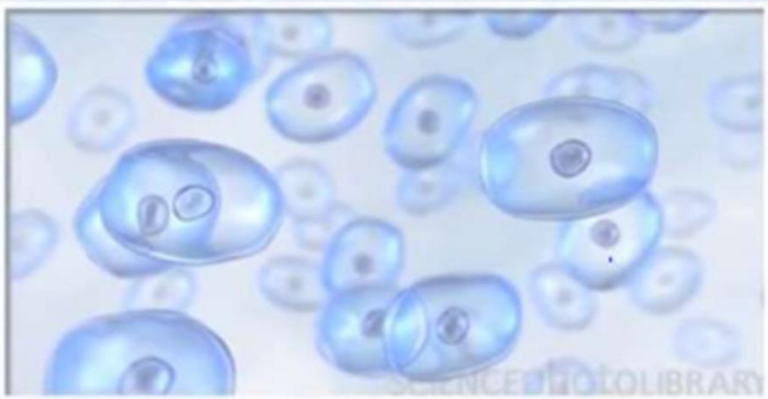


THE NUCLEUS

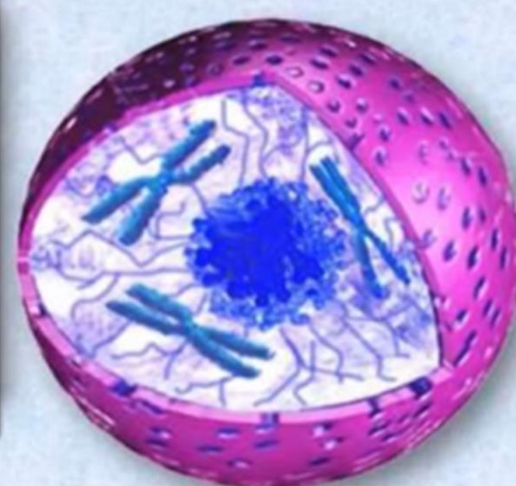
FUNCTIONS

Eukaryotes

- The main function of the nucleus is to be the **control center** for the cell.
- The **DNA** contains all the instructions needed to make **proteins** for the cell, to control **cell division** and direct all the **activities** of the cell.



Animal Cell Division



The Cell Nucleus

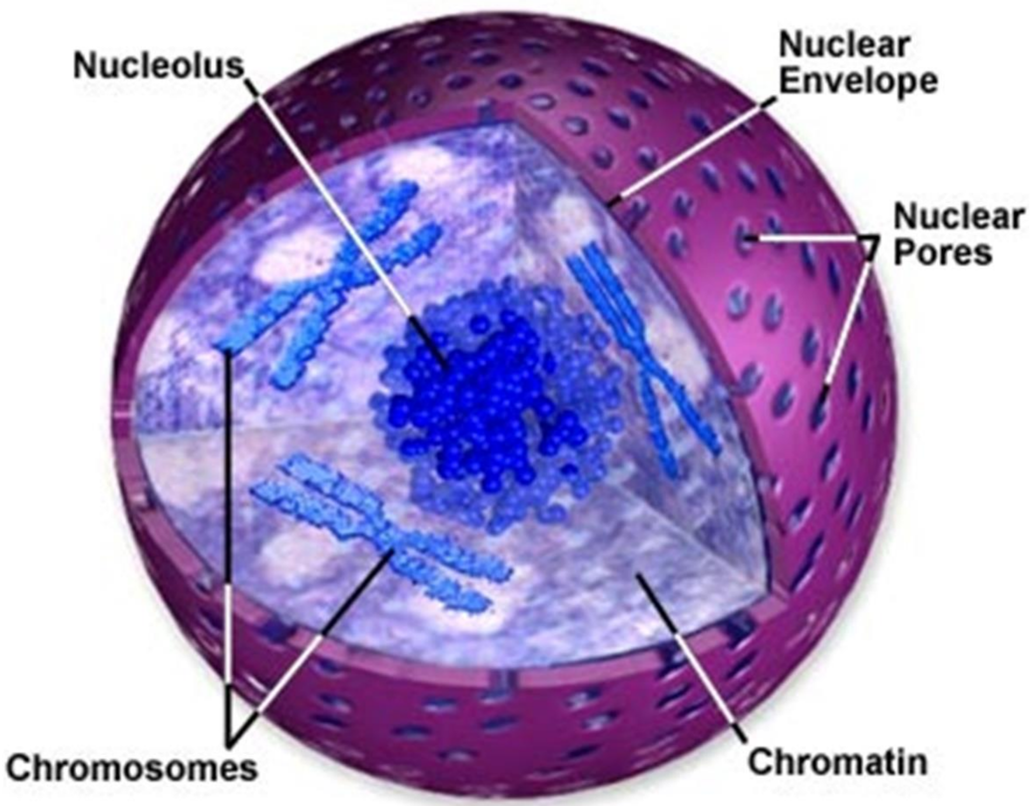
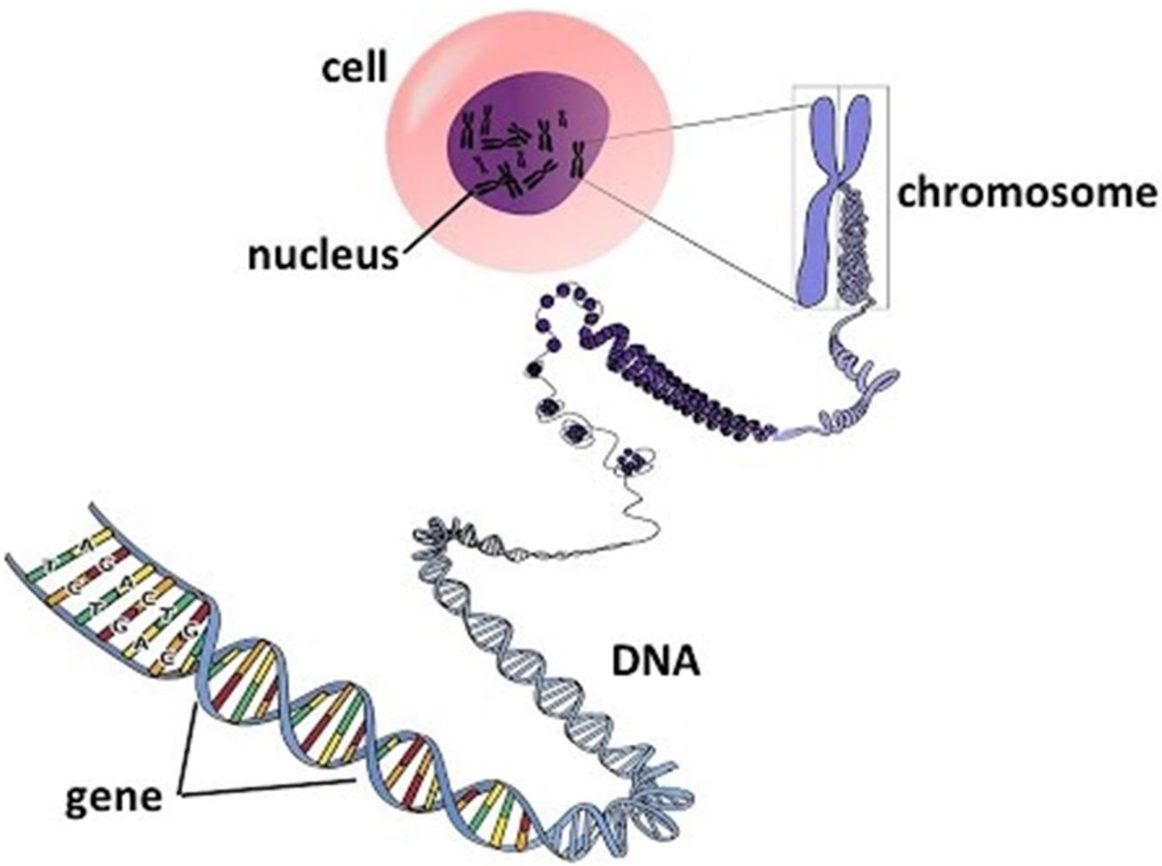


Figure 1


cell
nucleus
chromosome
DNA
gene

కేంద్రక త్వచ రంధ్రాలు /రంధ్ర సంక్లిష్టం

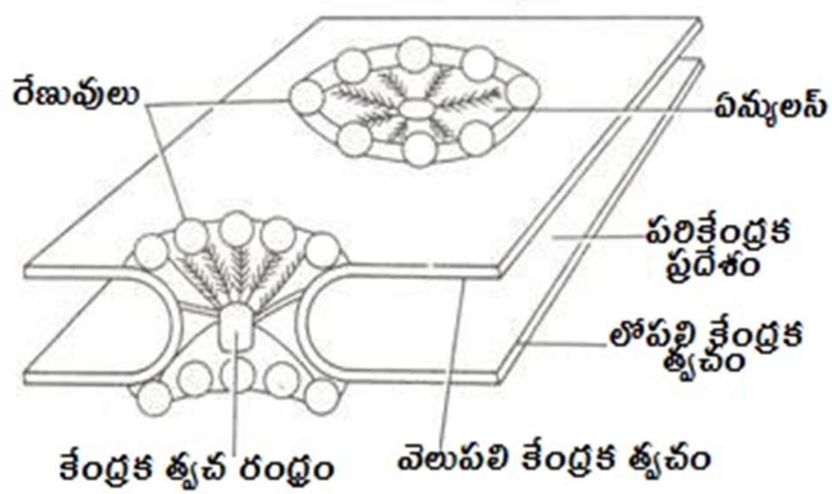
కేంద్రక త్వచంలో అక్కడక్కడ అంతరాయాలు - కేంద్రక త్వచ రంధ్రాలు

ఇవి 200-400 A వ్యాసం కలిగి ఉంటాయి .

ఈరంధ్రం వద్ద అంచులలో కేంద్రక బాహ్య, అంతర ప్రమాణత్వచాలు అవిచ్ఛిన్నంగా ఉంటాయి .

ప్రతి రంధ్రంలో రంధ్ర సంక్లిష్టం ఉంటుంది .

రంధ్ర సంక్లిష్టంలోని స్థూపాకార నిర్మాణాన్ని ఏన్యులస్ అంటారు .



రంధ్ర సంక్లిష్టం

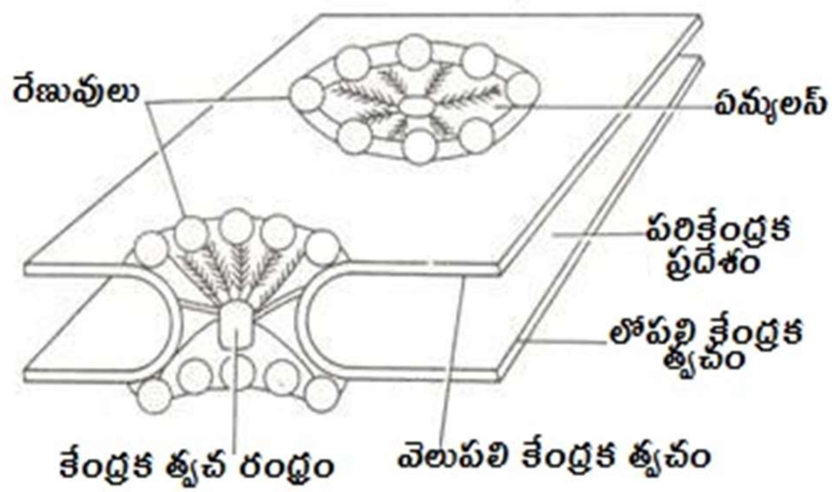
కేంద్రక త్వచ రంధ్రాలు /రంధ్ర సంక్లిష్టం

ఏన్యులస్ ఒక చివర కణద్రవ్యంతోను ఇంకొక చివర కేంద్రక ద్రవ్యంతో సంబంధం కలిగి ఉంటుంది. ఈ అంత్యాలను బ్లెబ్స్ అంటారు .

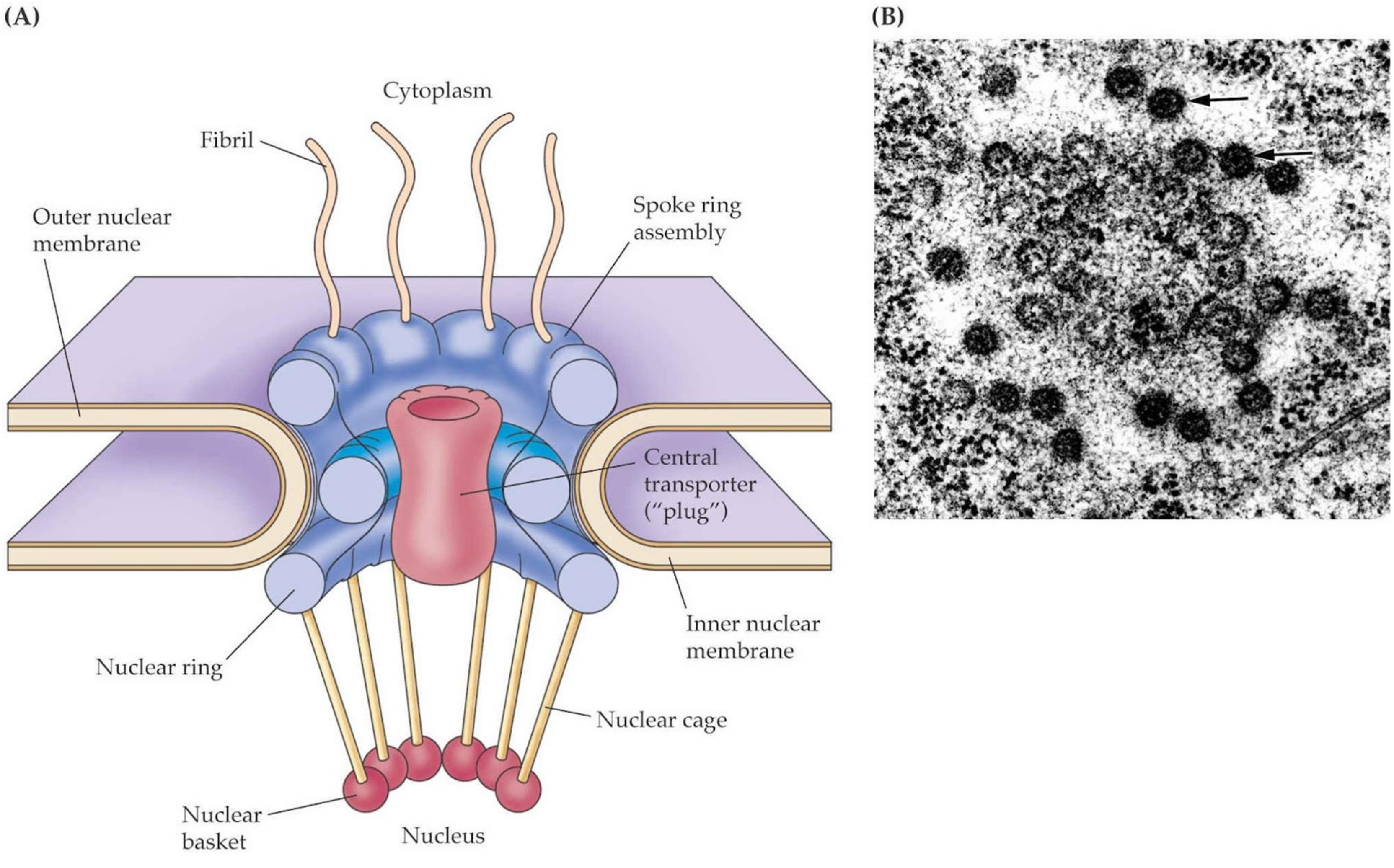
ఏన్యులస్ లో 6-8 సూక్ష్మస్థూపాలు లేదా సూక్ష్మనాళికలు నిలువుగా ఉంటాయి .

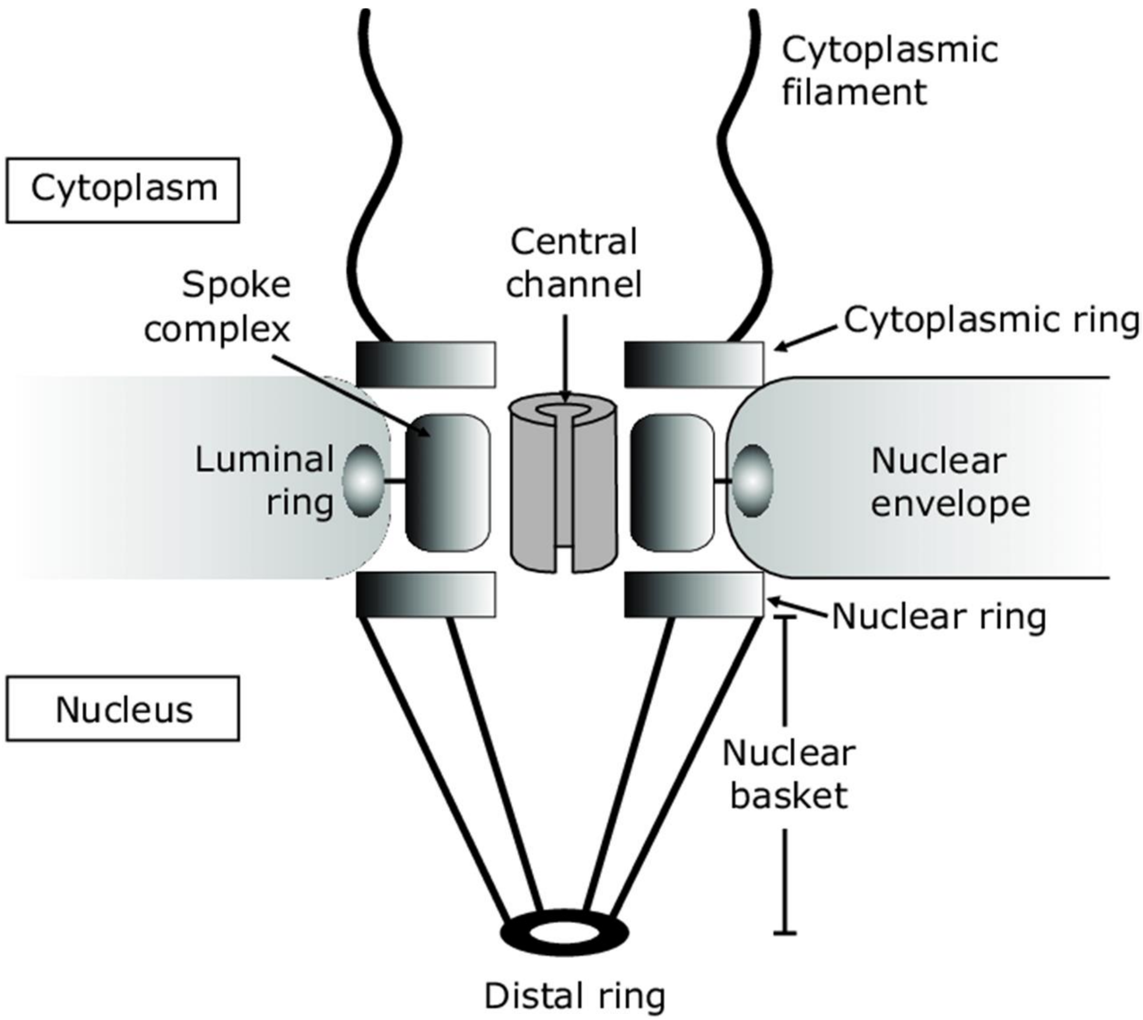
కేంద్రకత్వచ రంధ్రాలు మూసుకోగలవు మరియు తెరుచుకోగలవు .

వీటిద్వారా పధార్థాల రవాణా పదార్థ పరిమాణం, రసాయన స్వభావాన్ని బట్టి లేదా వాటి అనుగుణంగా జరుగుతుంది

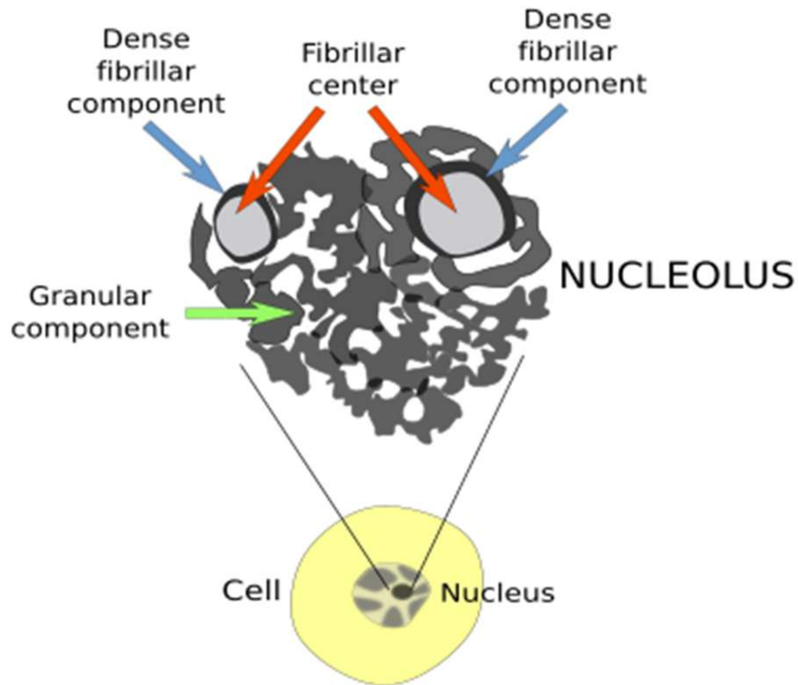


రంధ్ర సంక్లిష్టం


(A)
Cytoplasm
Fibril
Outer nuclear membrane
Spoke ring assembly
Central transporter ("plug")
Inner nuclear membrane
Nuclear ring
Nuclear cage
Nuclear basket
Nucleus
(B)


Cytoplasmic
filament
Cytoplasm
Central
channel
Spoke
complex
Cytoplasmic ring
Luminal
ring
Nuclear
envelope
Nuclear ring
Nucleus
Nuclear
basket
Distal ring

కేంద్రకాంశం


Dense
fibrillar
component
Fibrillar
center
Dense
fibrillar
component
NUCLEOLUS
Granular
component
Cell
Nucleus

కేంద్రకాంశం

ఫాన్.టానా (1781)

<u>ప్రత్యేక లక్షణాలు</u>

- కేంద్రకాంశం ఎప్పటికప్పుడు నూతనంగా ఏర్పడటం,
- దానినావరిస్తూ త్వచం లేకపోవడం, కొన్నిదశలలో ఉండి మరికొన్ని దశలలో లేకపోవడం వంటి లక్షణాలను కలిగి ఉంటుంది .

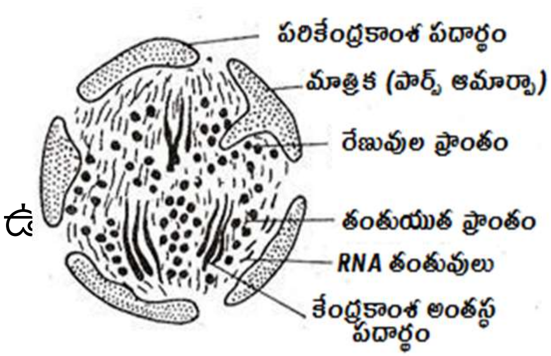
<u>సంఖ్య</u>

ఒక కేంద్రకంలో కనీసం ఒక కేంద్రకాంశం.

కేంద్రకాంశాల సంఖ్య క్రోమోసోమ్ వర్గాల సంఖ్య మీద ఆధారపడి ఉ

ఏకస్థితికంలో ఒక కేంద్రకాంశం,

ద్వయస్థితిక స్థితిలో రెండు కేంద్రకాంశాలు ఉంటాయి .



కేంద్రకాంశం

ఉభయచరాల ఊసైట్లలో 600-1200 ఉంటాయి .

బాక్టీరియా, ఈస్ట్, కొన్ని శైవలాలలో, విభజన చెందుతున్న కణాలలో, క్షీరద RBCలో కేంద్రకాంశం ఉండదు

కేంద్రకాంశం

<u>ఉన్న ప్రాంతం</u>

క్రోమోసోమ్ ద్వితీయ కుంచనం వద్ద ఉన్న కేంద్రకాంశ వ్యవస్థీకరణ ప్రాంతం వద్ద ఉంటుంది.

<u>పరిమాణం</u>

కణం యొక్క క్రియాశీలతను బట్టిమారుతూ ఉంటుంది.

తక్కువ ప్రోటీన్ సంశ్లేషణ చూపే కణాలలో కేంద్రకాంశం చిన్నవిగా లేదా ఉండకపోవచ్చు.

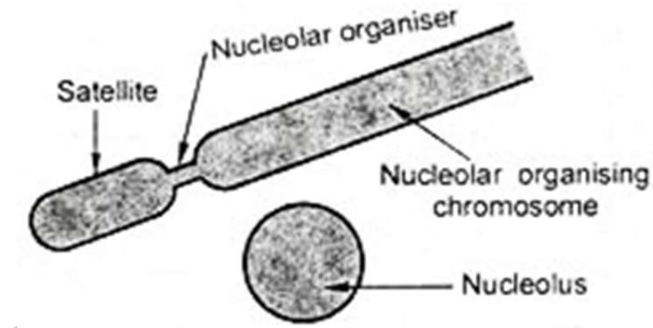
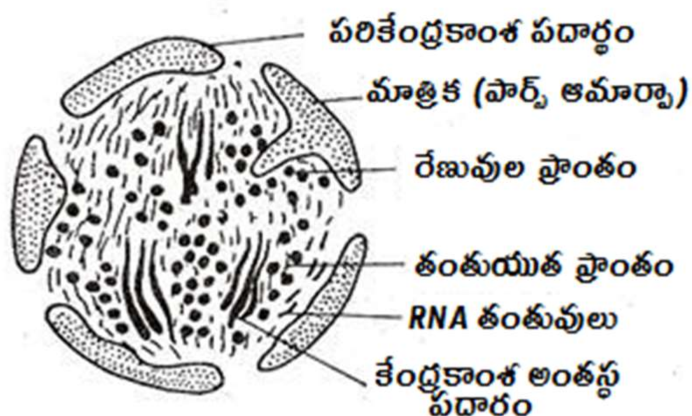


Fig. 4. Nucleolus : Nucleolar organising chromosome with nucleolus



కేంద్రకాంశం

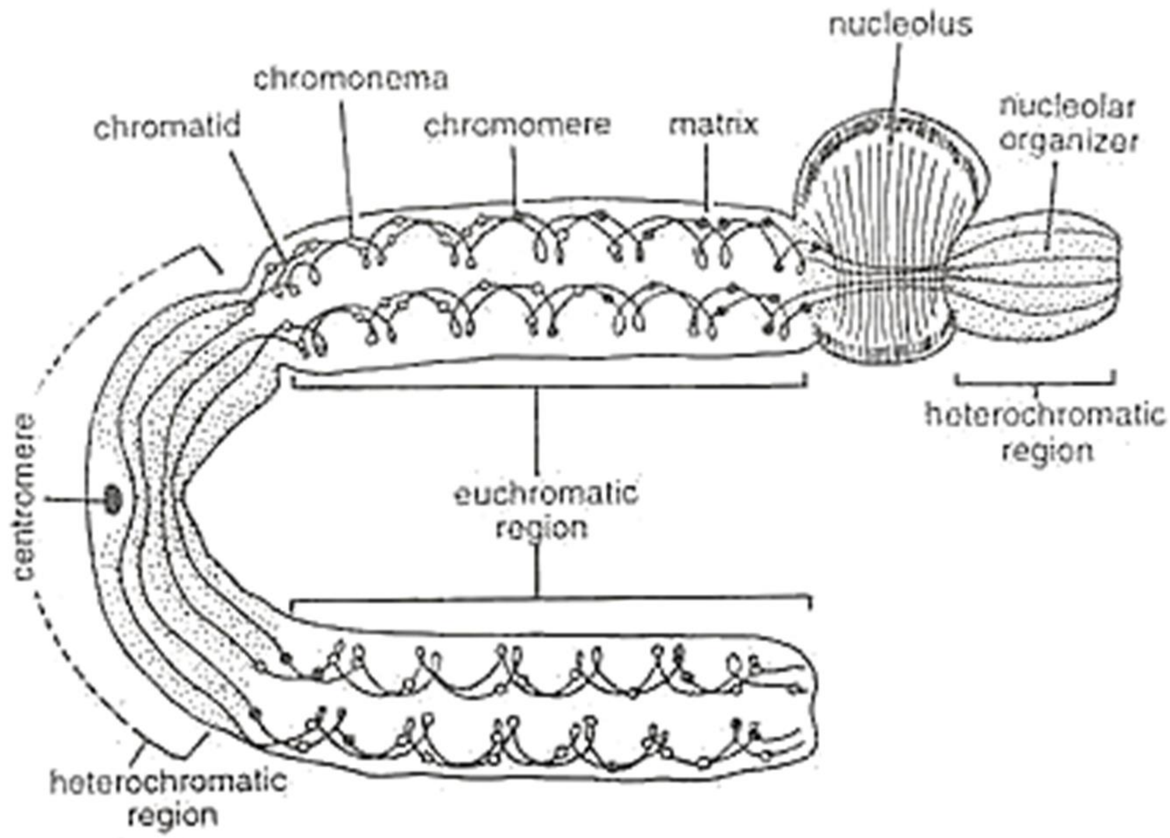


Fig. 2. Chromosome structure (schematic diagram).

కేంద్రకాంశం

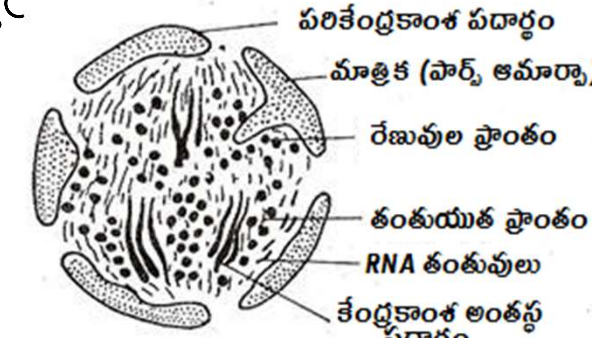
<u>నిర్మాణం</u>

కేంద్రకాంశాన్ని ఆవరిస్తూ ఉండే క్రొమాటిన్ పదార్థాన్ని కేంద్రకాంశ పరిది క్రొమాటిన్ అంటారు .

ఇది అక్కడక్కడ కేంద్రకాంశంలోకి చొచ్చుకొని పోయి ఉంటుంది. దీన్ని కేంద్రకాంశ అంతస్థ క్రొమాటిన్ అంటారు .

కేంద్రకాంశం అంతా గోళాకార కణికలతో నిండిన మాత్రిక

మాత్రికలో RNA తంతువులు, ప్రోటీన్, రైబోన్యూక్లి
ఎంజైములు మొదలైనవి ఉంటాయి



కేంద్రకాంశం

<u>విధులు:</u>

70-90% rRNA సంశ్లేషణ జరుగుతుంది.

రైబోసోముల ఉపప్రమాణాల సంశ్లేషణ జరుగుతు

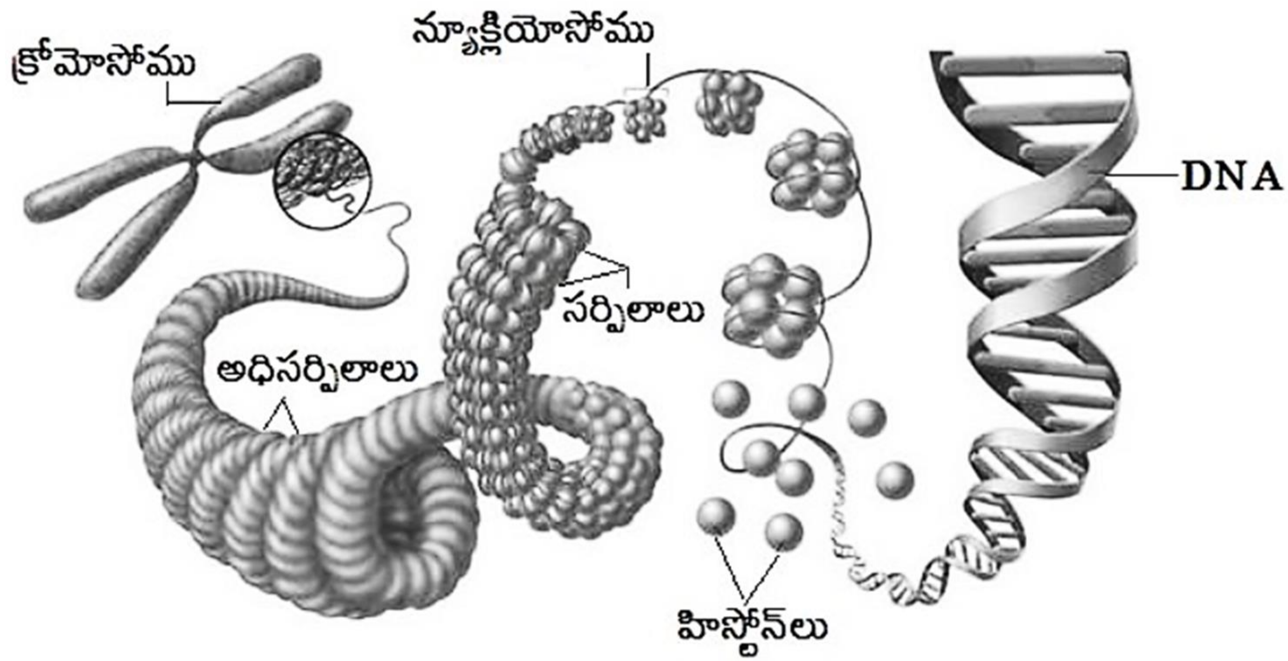
క్రోమాటిన్ & క్రోమోసోములు

Chromatin & Chromosomes

క్రోమాటిన్

Chromatin

క్రోమోసోమ్ సూక్ష్మ నిర్మాణం



పటం 13.6.4 క్రోమోసోము సూక్ష్మనిర్మాణం

క్రోమాటిన్ = DNA + ప్రోటీన్ల సంక్లిష్టం = క్రోమోసోమును ఏర్పరుస్తుంది

ప్రోటీన్లు = హిస్టోన్లు + ఇతర ప్రోటీన్లు

హిస్టోన్లు 5 రకాలు = H1, H2A, H2B, H3, H4

కేంద్రక DNA పొడవుగా ఉండక, అధిక సాంద్రీకరణతో ప్రోటీన్లను చుట్టుకొని ఉంటుంది

క్రోమాటిన్ రెండు రూపాలలో ఉంటుంది

యూక్రోమాటిన్ : తక్కువ సాంద్రీకరణతో, అనులేఖనం జరిపే చురుకైన జన్యువుల భాగం

హెటిరోక్రోమాటిన్ : అధిక సాంద్రీకరణతో అనులేఖనం జరపని క్రియారహిత జన్యువులను కలిగి

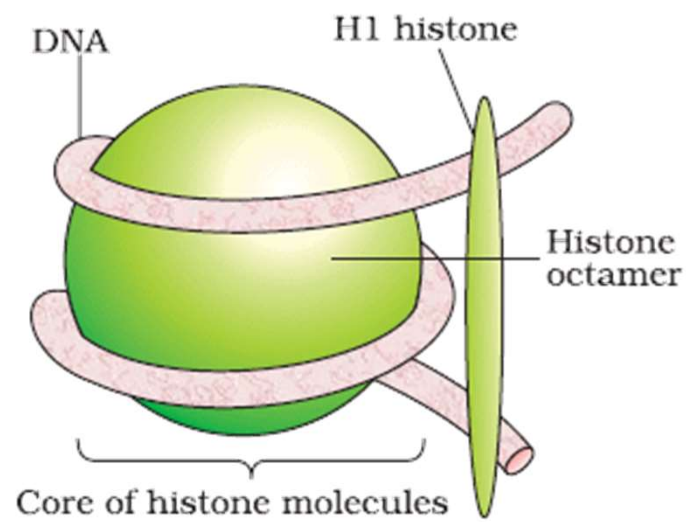
క్రోమాటిన్ ను సూక్ష్మదర్శినితో పరిశీలిస్తే అతిచిన్న పూసలవంటి తీగ నిర్మాణాలు కనపడుతాయి

న్యూక్లియోసోమ్ క్రోమాటిన్ మూలాధార, నిర్మాణాత్మక ఉపప్రమాణం

ఎనిమిది హిస్టోన్ ప్రోటీన్ల కోర్ చుట్టూ 146 క్షారజంటల పొడవు DNA చుట్టుకొని ఉంటుంది

కోర్ : H2A, H2B, H3, H4 రెండు నకళ్ళుగా ఉంటాయి. వ్యాసం 11nm

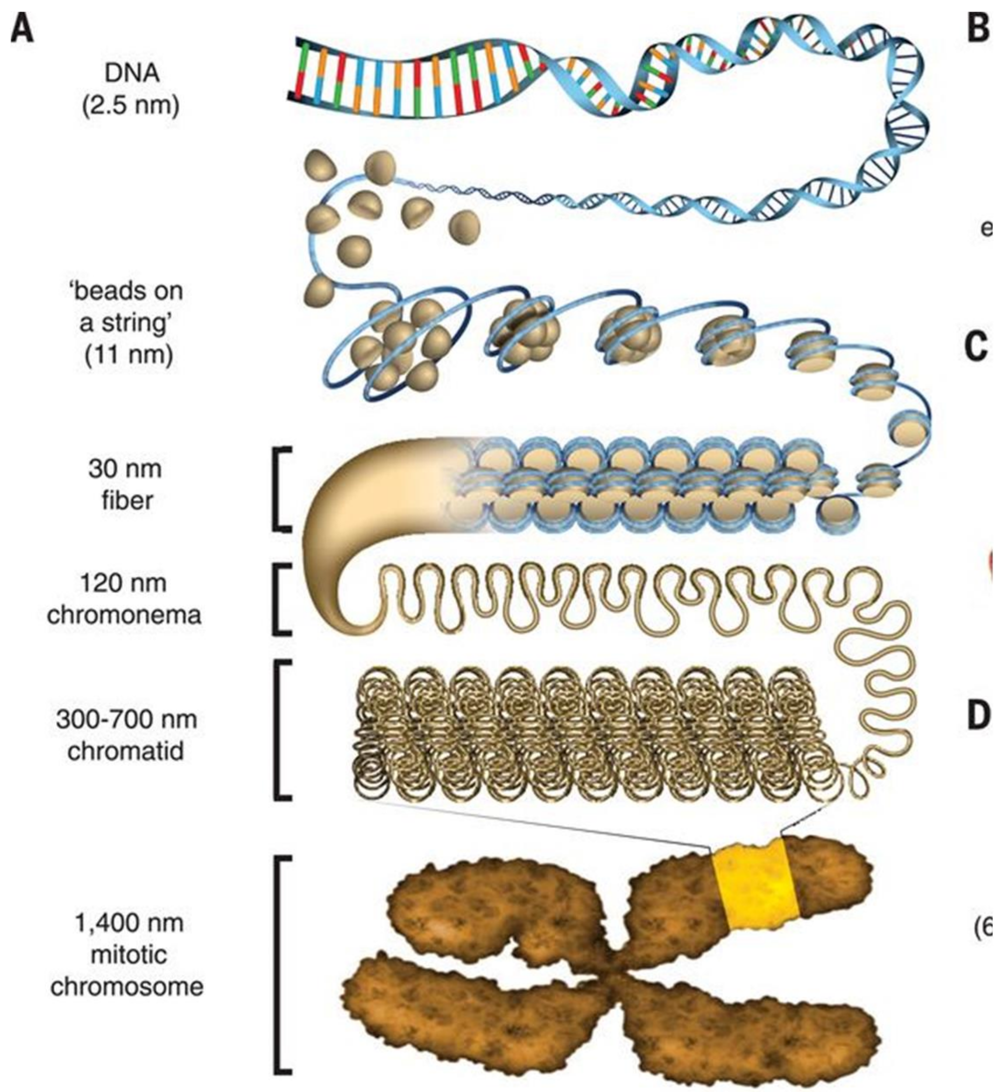
H1 హిస్టోన్ కోర్ వెలుపల ఉండి DNA చుట్లను కోర్ కు అతికిస్తుంది

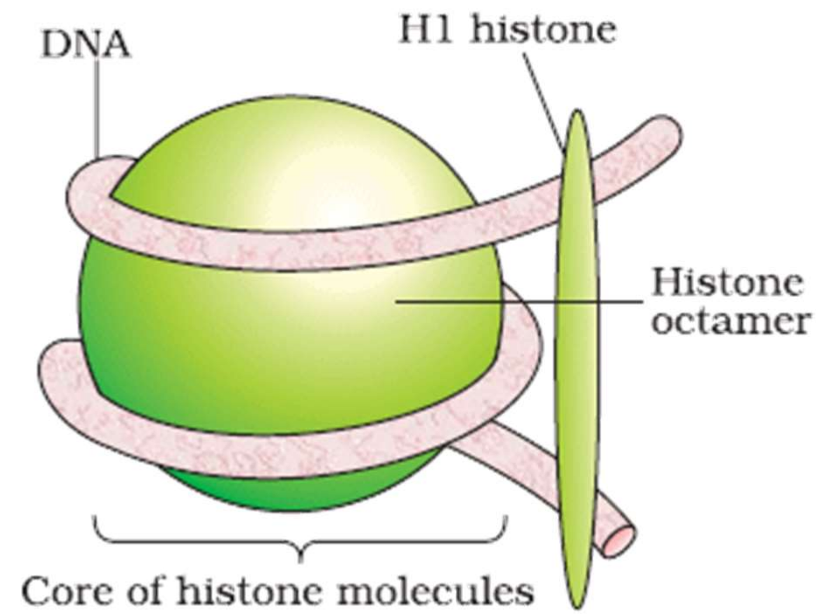


రెండు న్యూక్లియోసోముల మధ్య ఉన్న DNA ను లింకర్ DNA అంటారు, దీని పొడవు 38-53 క్షారజంటలు

ఆరు న్యూక్లియోసోములు చుట్టుకొని 30nm సర్పిలం/ క్రొమాటిన్ తంతువు = సొలెనాయిడ్ నిర్మాణం

క్రొమాటిన్ తంతువులు చుట్టుకొని సాంద్రీకరణ చెంది


A
B
C
D
DNA
(2.5 nm)
'beads on
a string'
(11 nm)
30 nm
fiber
120 nm
chromonema
300-700 nm
chromatid
1,400 nm
mitotic
chromosome


DNA
H1 histone
Histone
octamer
Core of histone molecules

Eukaryotic Chromosome Structure

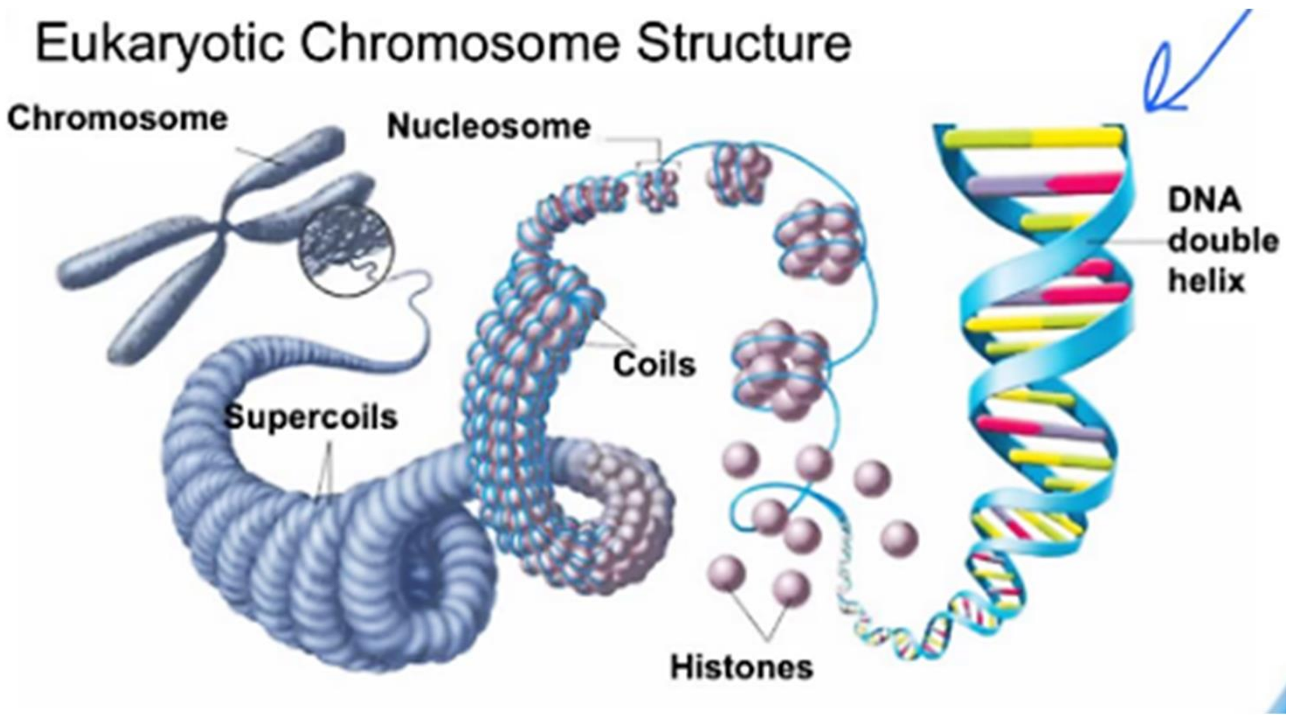
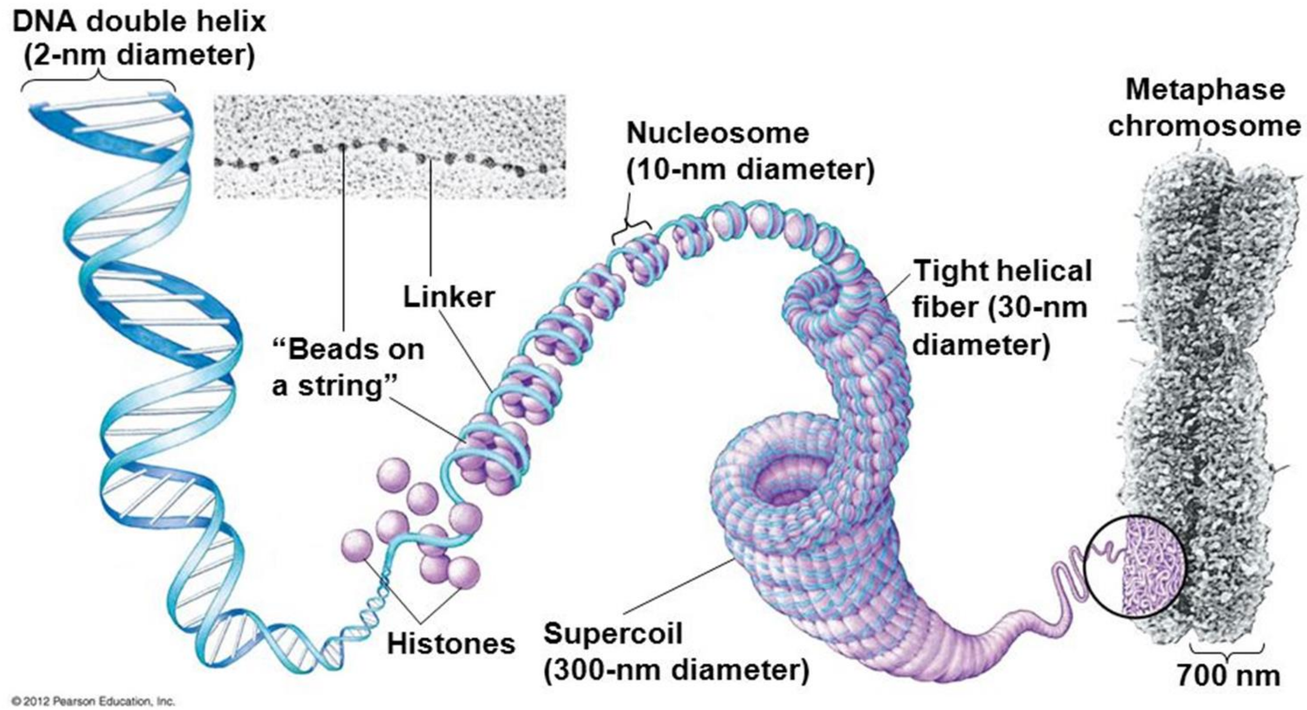
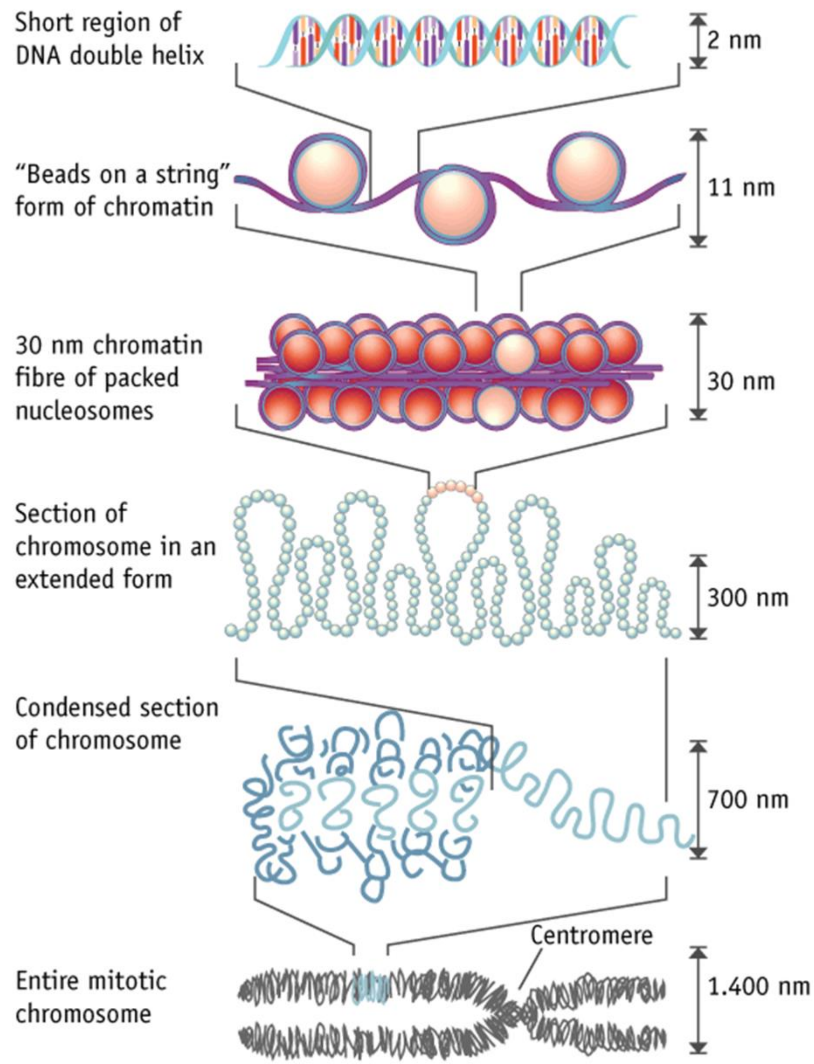


Figure 11.2A


DNA double helix
(2-nm diameter)
"Beads on
a string"
Linker
Histones
Nucleosome
(10-nm diameter)
Tight helical
fiber (30-nm
diameter)
Supercoil
(300-nm diameter)
Metaphase
chromosome
700 nm
© 2012 Pearson Education, Inc.


Short region of
DNA double helix
2 nm
"Beads on a string"
form of chromatin
11 nm
30 nm chromatin
fibre of packed
nucleosomes
30 nm
Section of
chromosome in an
extended form
300 nm
Condensed section
of chromosome
700 nm
Centromere
Entire mitotic
chromosome
1.400 nm

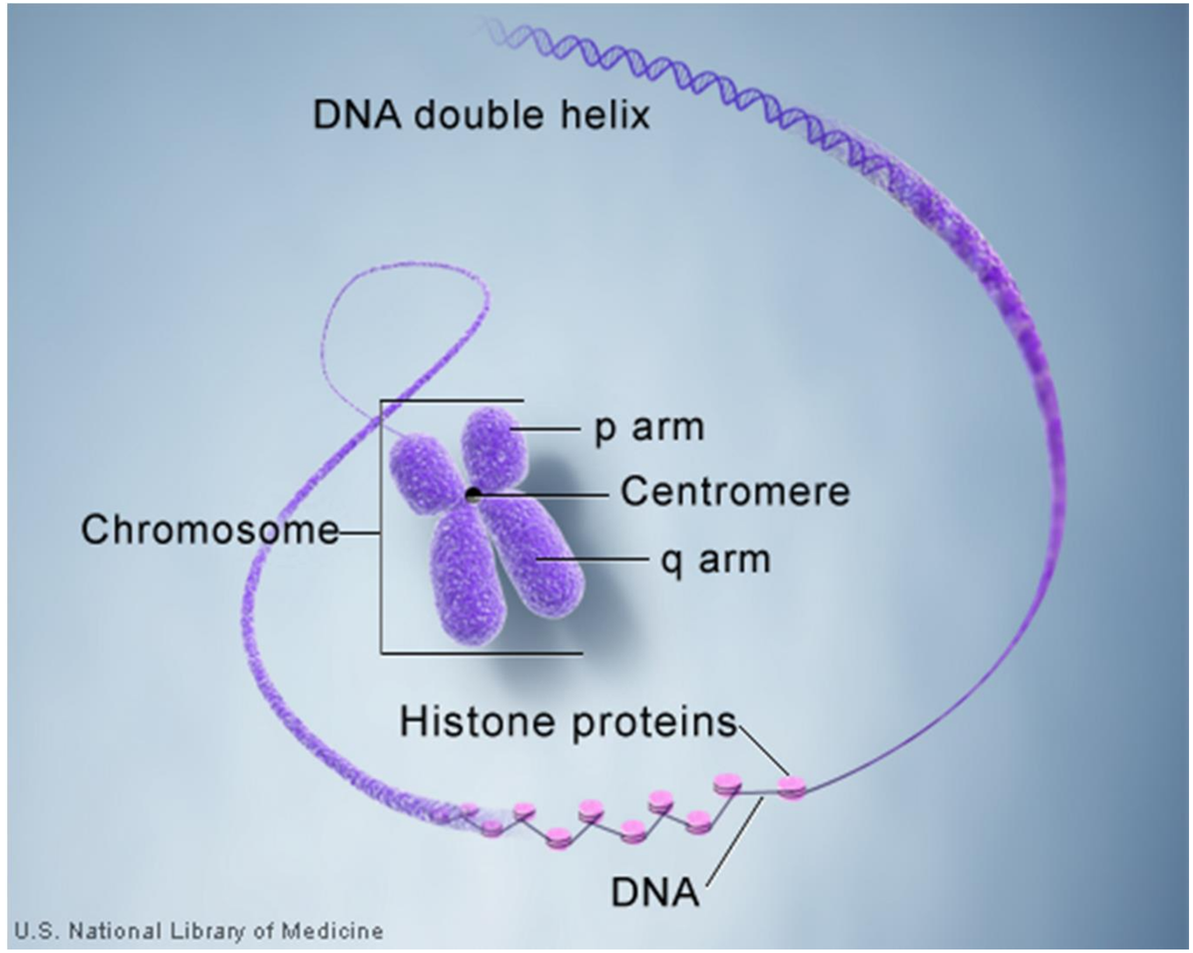
క్రొమాటిన్ విధులు :

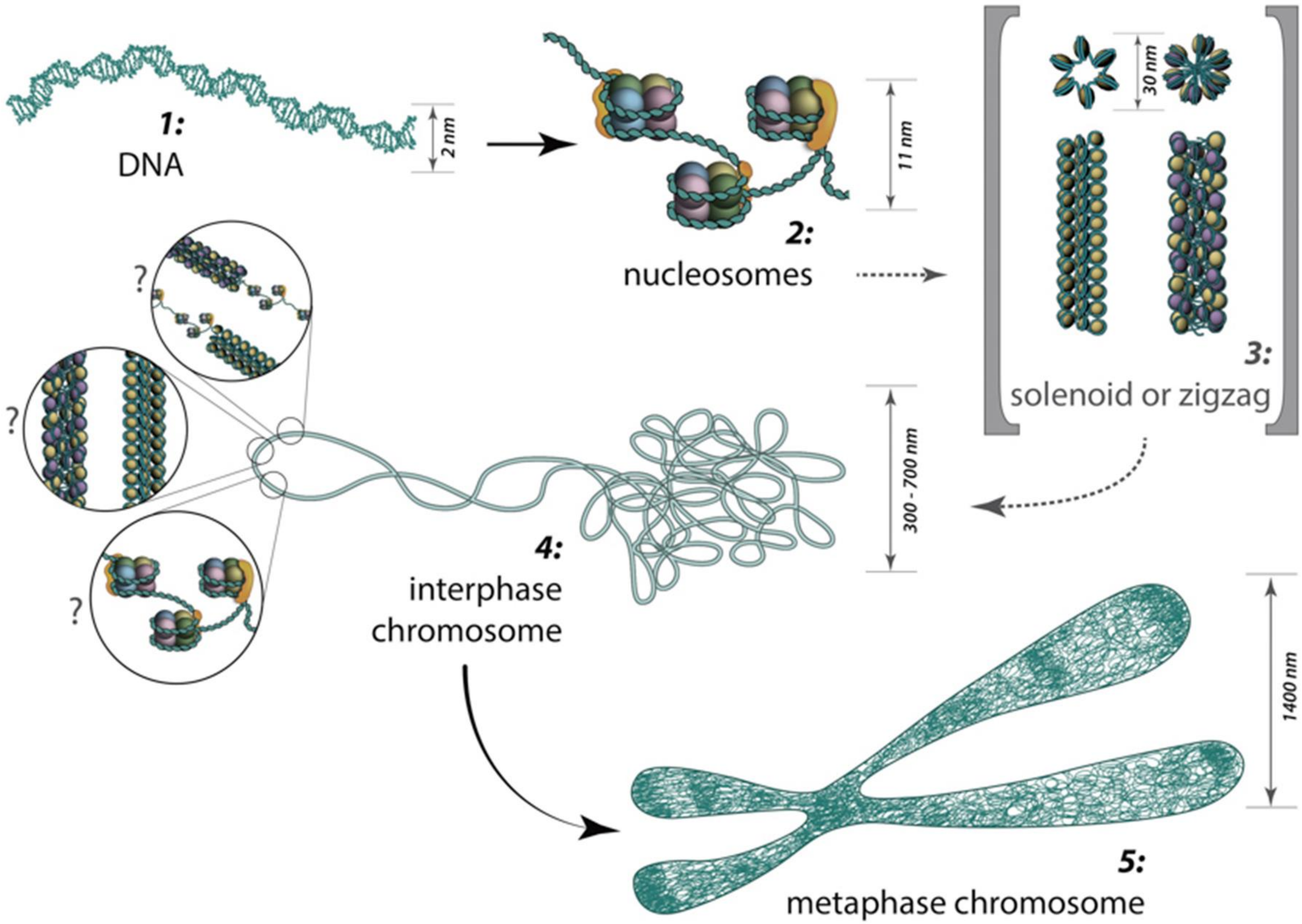
* కేంద్రకంలో DNA పరిమాణం తక్కువ స్థలంలో నిలువ ఉండేటట్లు చేసి, DNA పరిమాణాన్ని, క్రమాన్ని కాపాడుతుంది.

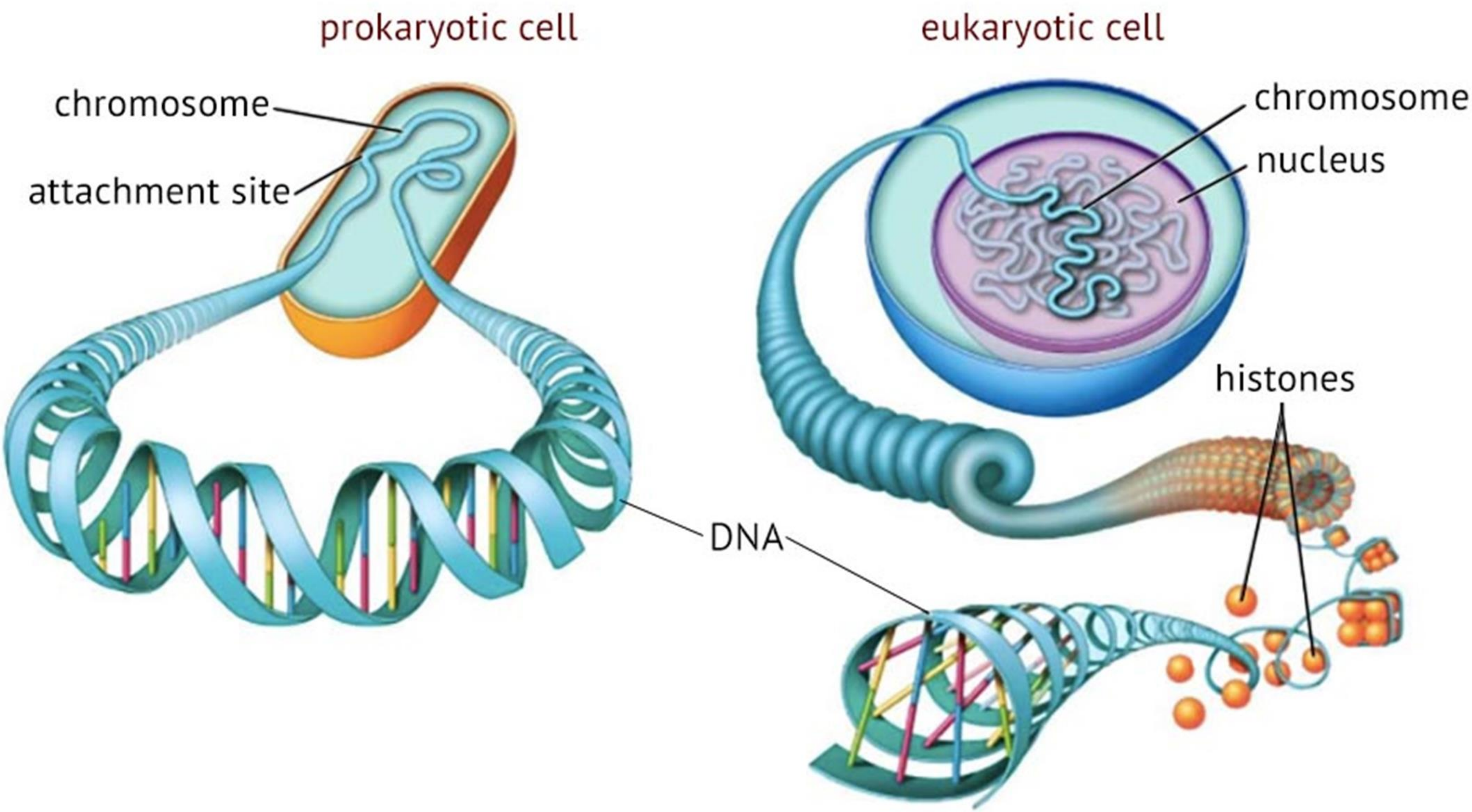
* DNA సాంద్రీకరించి క్రొమాటిన్ గా మారడం వల్ల సమవిభజన, క్షయకరణ విభజనకు సులువుగా మారుతుంది.

* క్రోమోసోములు విచ్ఛిన్నం కాకుండా స్థిరత్వం కలుగజేస్తుంది.

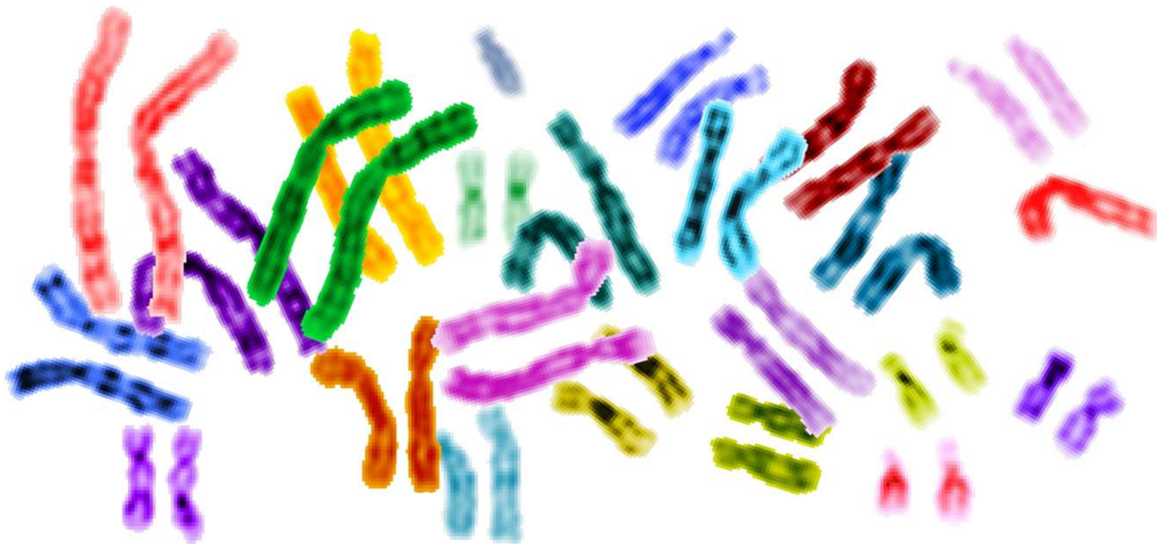
* జన్యువ్యక్తీకరణం DNA ప్రతికృతిని నియంత్రిస్తుంది.



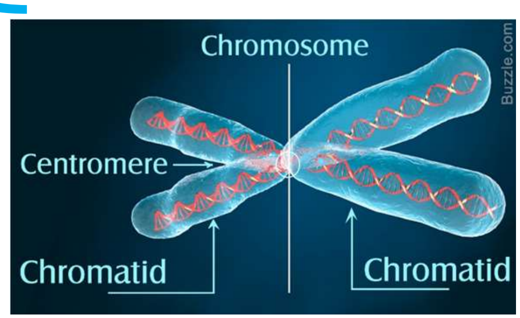

1:
DNA
2 nm
2:
nucleosomes
11 nm
30 nm
3:
solenoid or zigzag
?
?
?
4:
interphase
chromosome
300 - 700 nm
1400 nm
5:
metaphase chromosome



prokaryotic cell
eukaryotic cell
chromosome
attachment site
chromosome
nucleus
histones
DNA



క్రోమోసోమ్



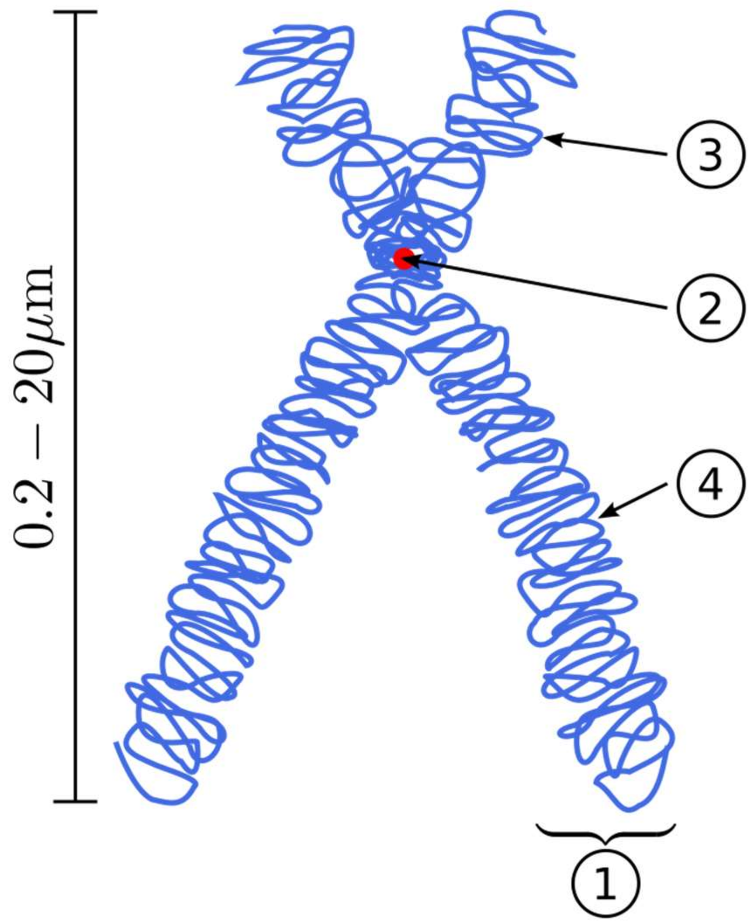


Diagram of a replicated and condensed metaphase eukaryotic chromosome. (1) Chromatid – one of the two identical parts of the chromosome after S phase. (2) Centromere – the point where the two chromatids touch. (3) Short (p) arm. (4) Long (q) arm.

13.6 క్రోమోసోములు

కేంద్రకంలో కనిపించే సన్నని పోచల వంటి ప్రత్యేక నిర్మాణాలు ; క్రోమా = రంగు. సోమా = దేహం ; పదం వాల్డేయర్

క్రోమోసోము = కేంద్రకామ్లం + ప్రోటీన్లు

అంతర్దశలో క్రొమాటిన్ పలుచని తంతువులవలె – క్రోమోనీమా

ప్రథమ, మధ్యస్థదశలో – అధిక సాంద్రీకరణం చెంది, చిక్కగా – క్రొమాటిడ్ - క్రోమోసోమ్ రూపంలో

చలనదశలో ఆకారాలు స్పష్టంగా కనిపిస్తాయి – V, J, L

పొడవు : మొక్కల్లో కన్నా తక్కువ, గరిష్టంగా – అంతర్దశలో, కనిష్టంగా చలనదశలో

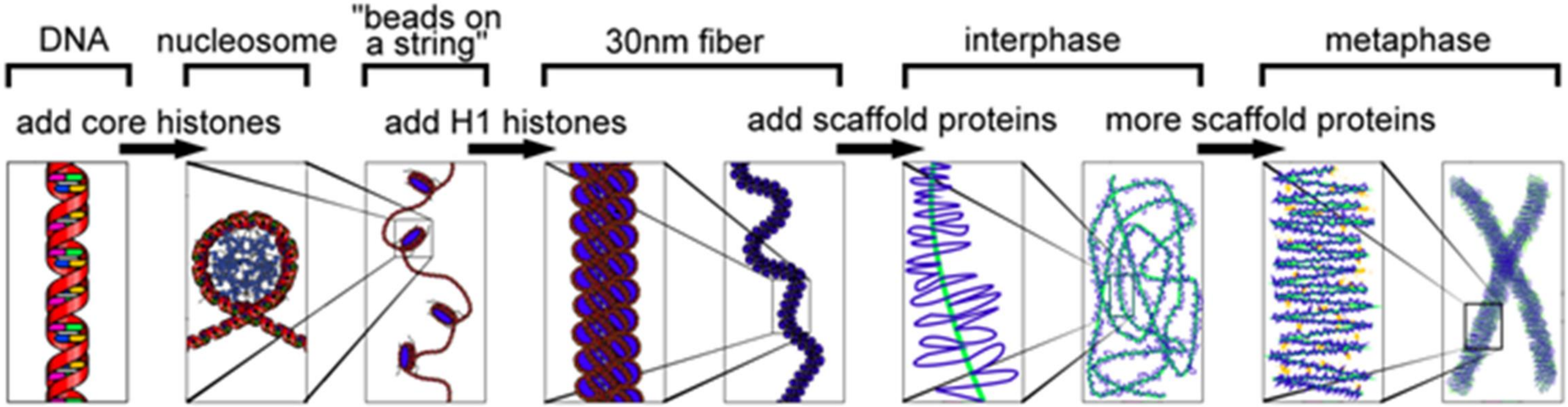
జాతిని బట్టి పరిమాణం మారుతుంది

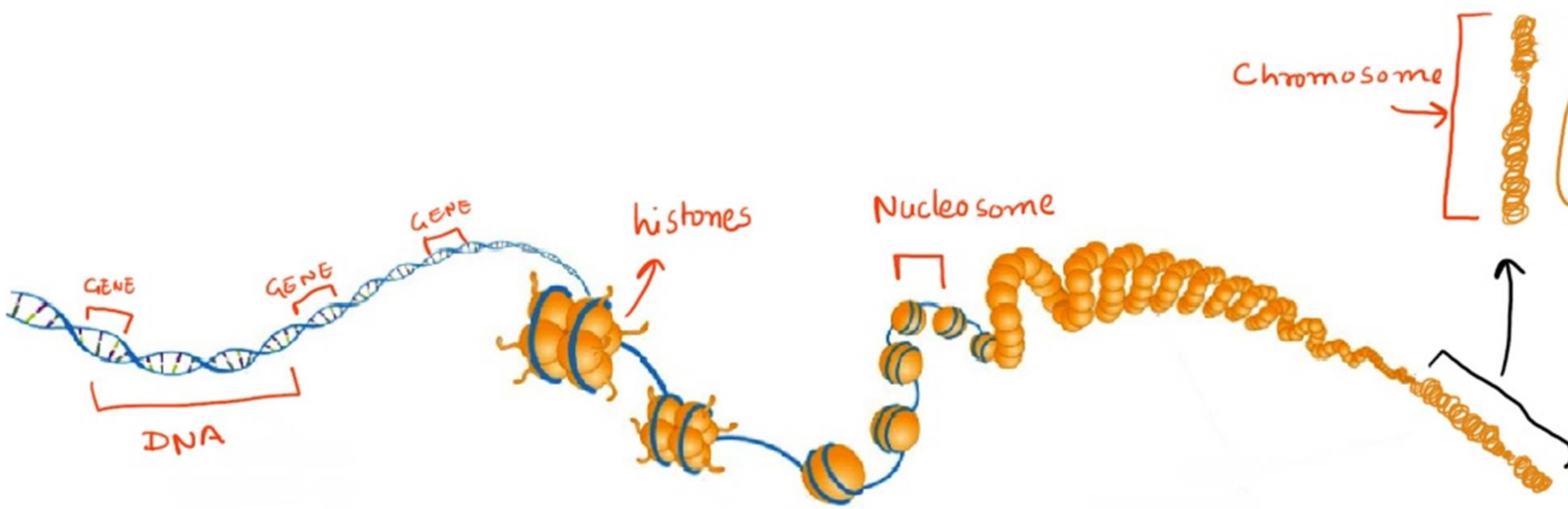
0.1 నుంచి30 మైక్రాన్ల పొడవుతోను, 0.2 మైక్రాన్ల వ్యాసం

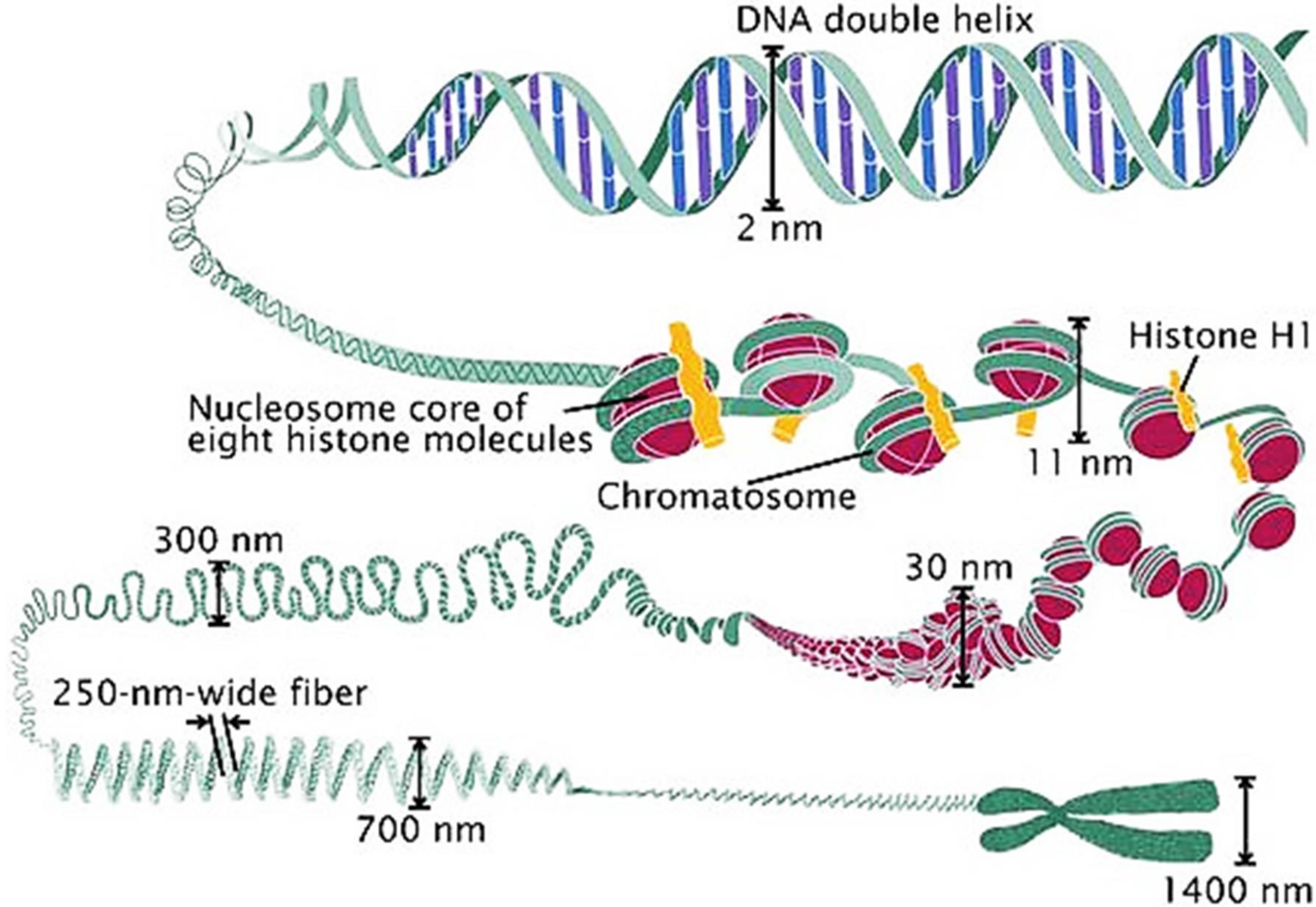
జీవిలో సంఖ్య స్థిరంగా ఉంటుంది

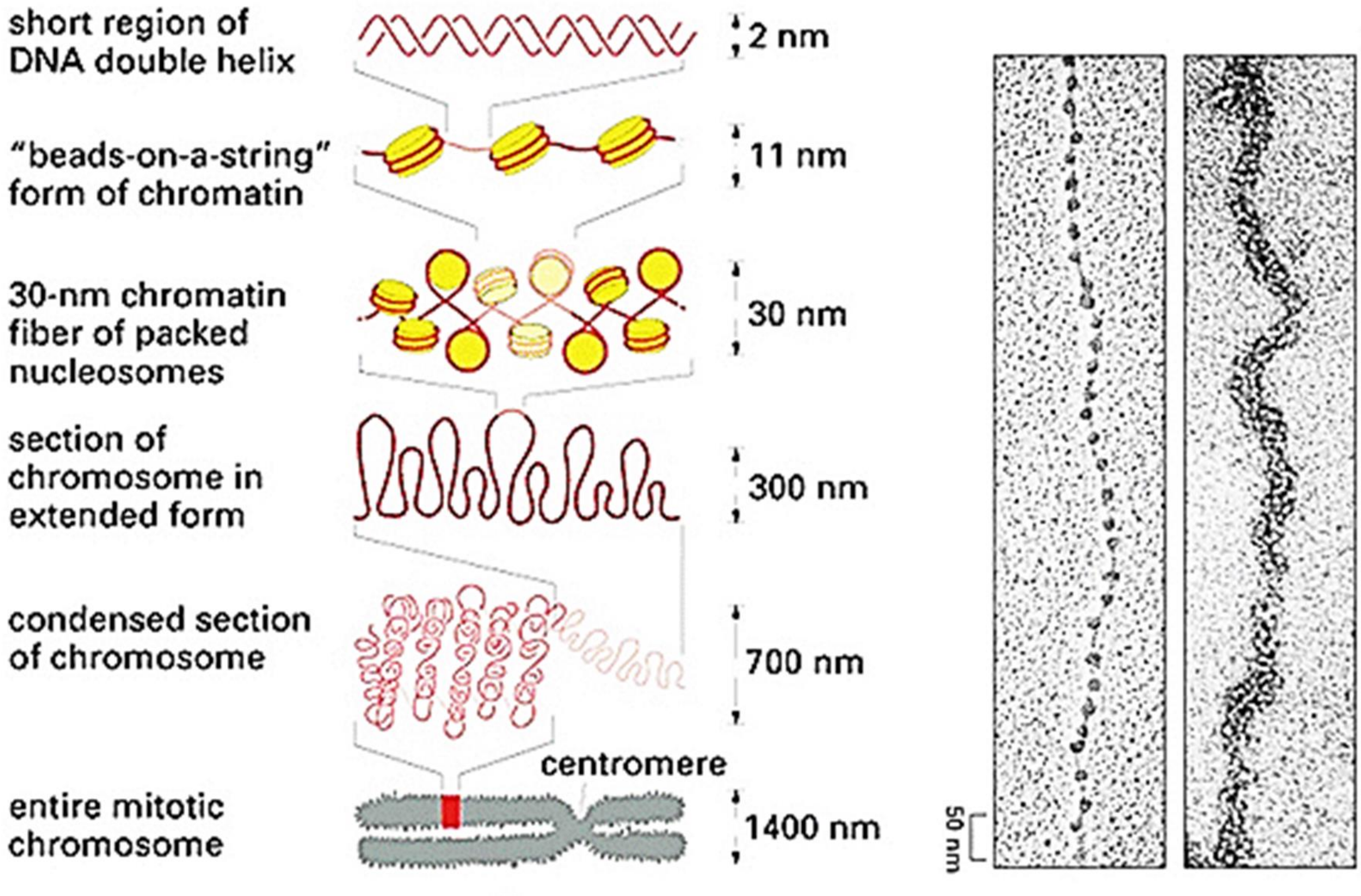
మొత్తం క్రోమోసోములు = ద్వయస్థితికం (శారీరక కణాలలో); జతలో ఒకటి = ఏకస్థితికం (బీజకణాలలో)

ఏకస్థితిక దశకు చెందిన క్రోమోసోములన్నింటినీ కలిపి క్రోమోసోమ్ జట్టు – జీనోమ్ అంటారు


DNA
nucleosome
"beads on a string"
30nm fiber
interphase
metaphase
add core histones
add H1 histones
add scaffold proteins
more scaffold proteins

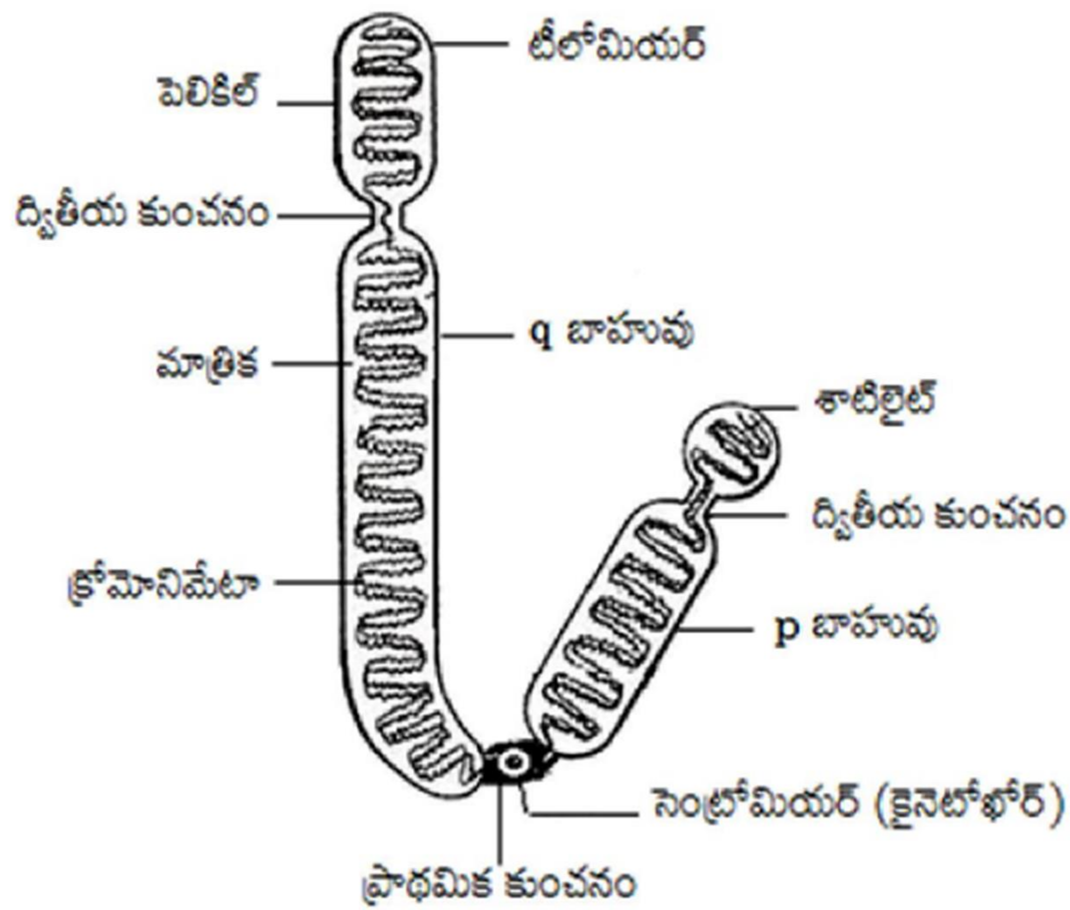

Chromosome
Nucleosome
histones
GENE
GENE
GENE
DNA


DNA double helix
2 nm
Histone H1
Nucleosome core of
eight histone molecules
11 nm
Chromatosome
300 nm
30 nm
250-nm-wide fiber
700 nm
1400 nm



short region of DNA double helix
2 nm
"beads-on-a-string" form of chromatin
11 nm
30-nm chromatin fiber of packed nucleosomes
30 nm
section of chromosome in extended form
300 nm
condensed section of chromosome
700 nm
centromere
entire mitotic chromosome
1400 nm
50 nm

A **B**



పటం 13.6.1 క్రోమోసోము నిర్మాణం

13.6.1 క్రోమోసోమ్ నిర్మాణం

* చుట్టూ ఉన్న త్వచం – పెల్లికిల్
* లోపల జెల్లీ వంటి మాత్రిక

• రెండు బాహువులు పొట్టిబాహువు – p, పొడవు బాహువు – q

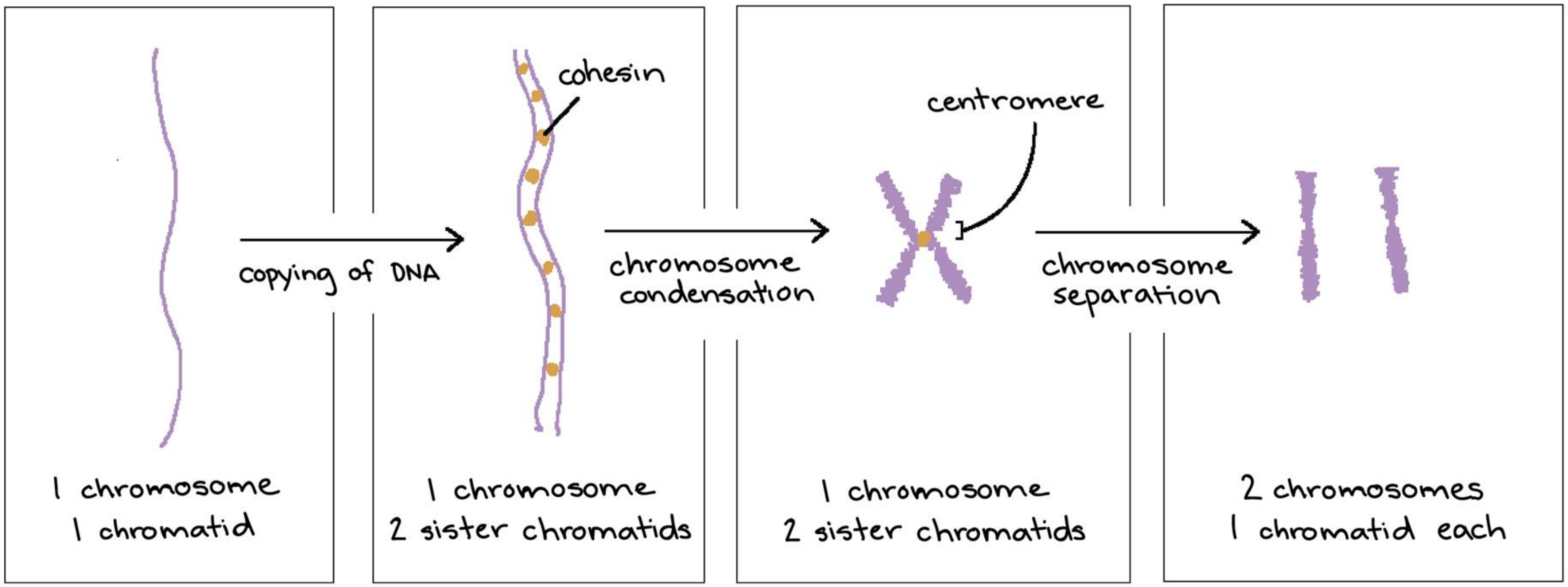
• క్రోమోసోములో సాంద్రీకరణం చెందిన ఏకపోచ సమూహ క్రొమాటిన్ – క్రొమాటిడ్

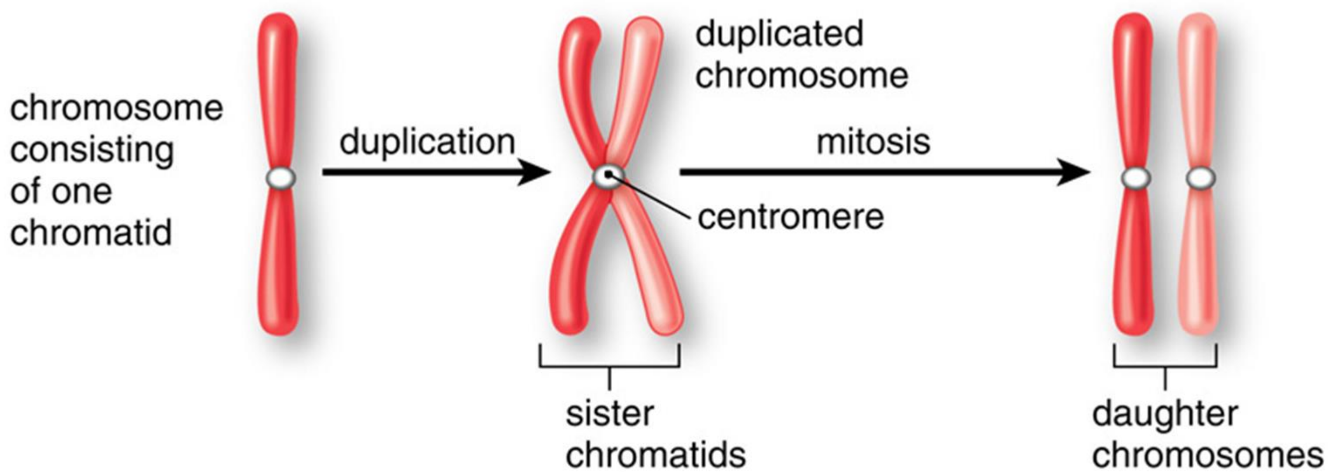
• రెండు బాహువులు కలిసే ప్రాంతం లేదా లేతవర్ణపు ప్రాంతం నొక్కు – సెంట్రోమియర్ లేదా ప్రాథమిక కుంచనం

• ద్విగుణీకృతం చెందిన క్రోమోసోములో రెండు పోచల సమూహ క్రొమాటిన్ X ఆకారంలో ఉంటుంది. ఇవి ఒకే విధంగా ఉంటాయి. ఒక్కొక్క పోచను క్రొమాటిడ్ అంటారు.

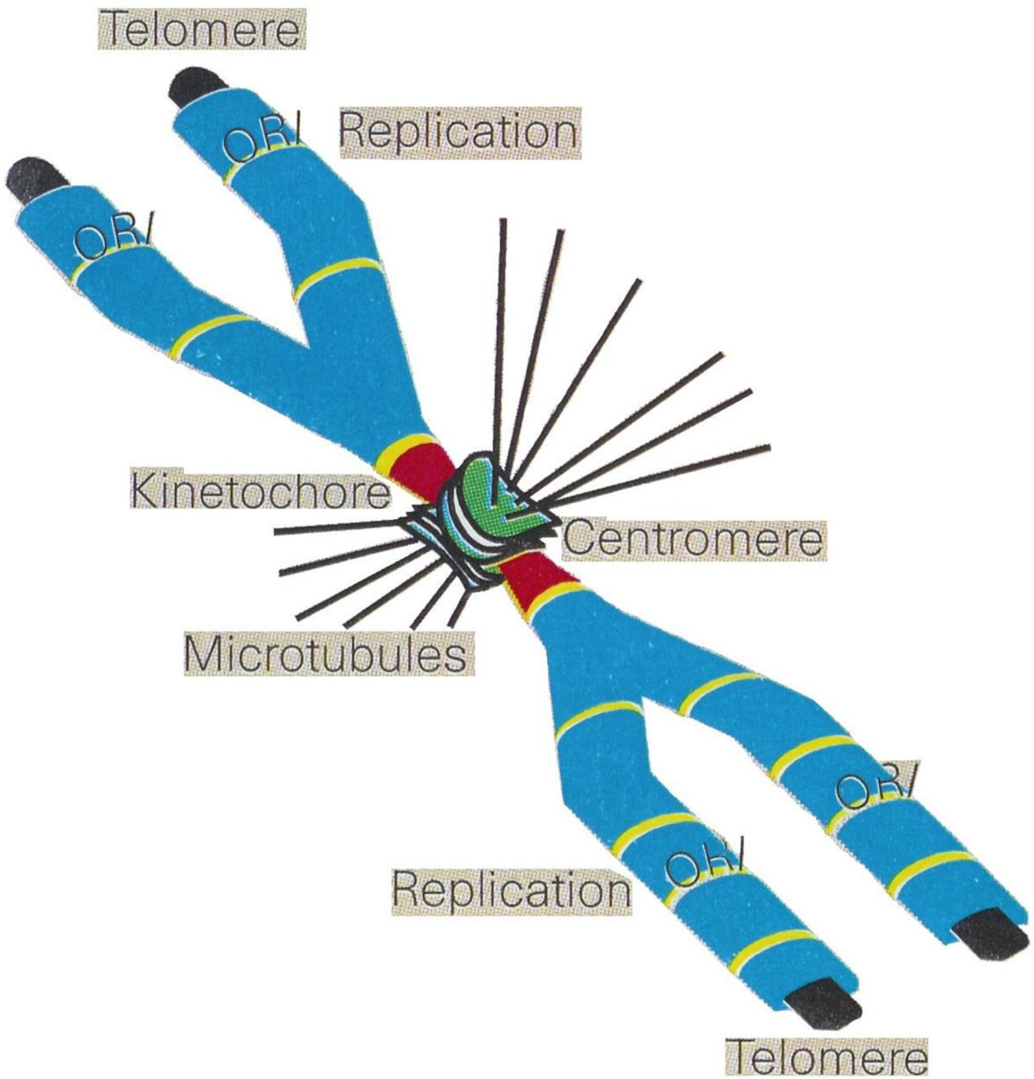
• మధ్యస్థ దశ క్రోమోసోములో నాలుగు భుజాలు లేదా రెండు క్రొమాటిడ్లు ఉంటాయి.

• క్రొమాటిడ్లు లేదా బాహువులు సెంట్రోమియర్ ప్రాంతంలో కలుస్తాయి.

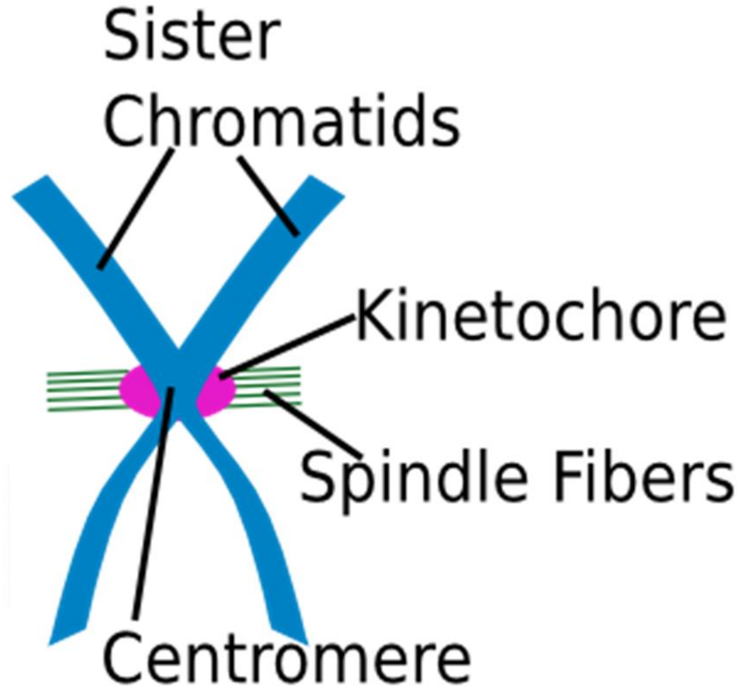

cohesin
centromere
copying of DNA
chromosome condensation
chromosome separation
1 chromosome
1 chromatid
1 chromosome
2 sister chromatids
1 chromosome
2 sister chromatids
2 chromosomes
1 chromatid each


chromosome consisting of one chromatid
duplication
duplicated chromosome
mitosis
centromere
sister chromatids
daughter chromosomes

సెంట్రోమియర్ మీద డిస్క్ లేదా బిళ్ళ – కైనెటోకోర్
కణవిభజనలో ఖండెతంతువులు కైనెటోకోర్ తో అతకబడతాయి
ప్రాథమిక కుంచనంతో పాటు – ద్వితీయకుంచనాలు
ద్వితీయ కుంచనాలు – కేంద్రకాంశ సంవిధాన ప్రాంతాలు –
* అంతర్దశలో కేంద్రకాంశంతో సంబంధం కలిగి, దాని పునర్వ్యవస్థీకరణలో ఉపయోగపడుతుంది
* rDNA సంశ్లేషణ జన్యువు
ద్వితీయ కుంచనానికి అవతల కనిపించే గుండ్రటి నిర్మాణం లేదా బల్బు – శాటిలైట్ దేహం
* ధ్రువత్వాన్ని ప్రదర్శిస్తుంది
* ఇతర క్రోమోసోములు అతకకుండ కాపాడుతుంది

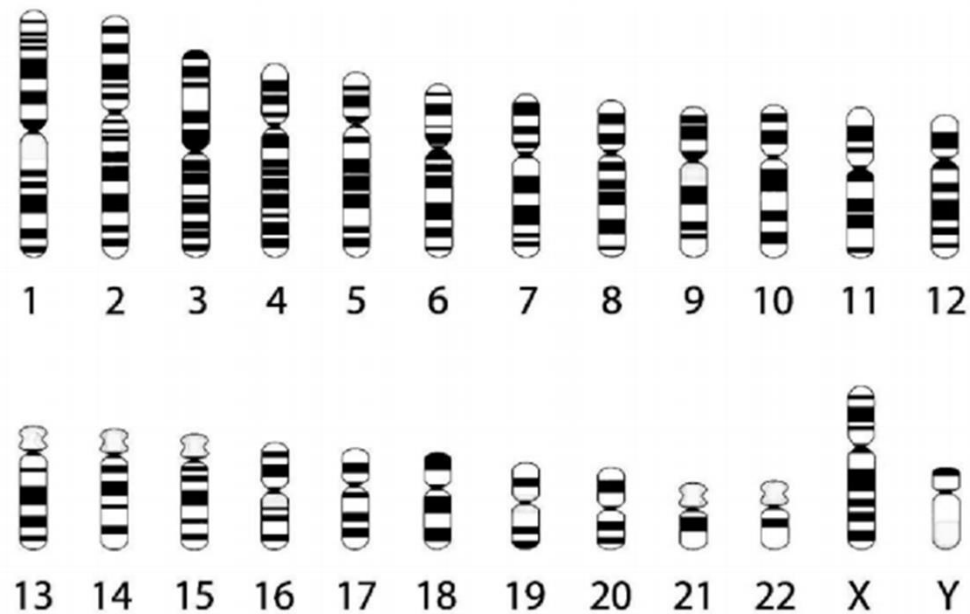


Telomere
ORI
Replication
ORI
Kinetochore
Centromere
Microtubules
ORI
ORI
Replication
Telomere



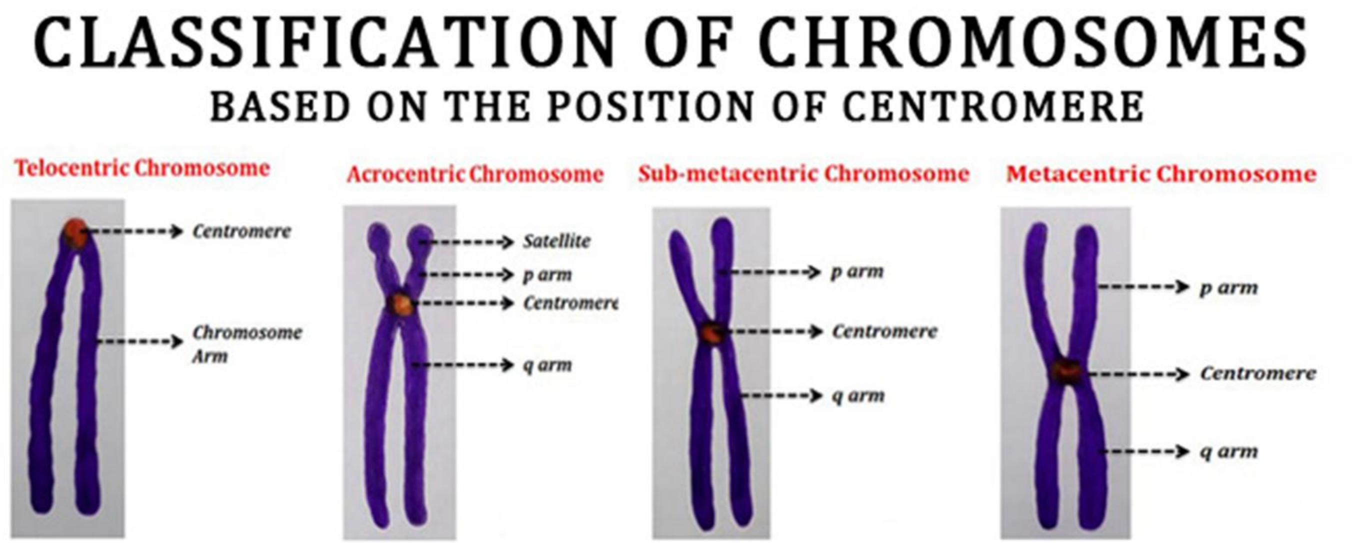
Sister
Chromatids
Kinetochore
Spindle Fibers
Centromere

ఒకజాతి లేక జీవిలో ఉండే మొత్తం క్రోమోసోముల స్వరూప లక్షణాల ఆధారంగా అన్ని క్రోమోసోములను జతలు గా అమర్చడాన్ని కారియోటైపు అంటారు. క్రోమోసోముల సంఖ్య, సెంట్రోమియర్ స్థానం, పరిమాణం, పొడవు, శాటిలైట్లు, ద్వితీయ కుంచనాలు వంటి అన్ని లక్షణాలు కారియోటైపు తయారీలో ఉపయోగించుకుంటారు. ఒకజాతిలో ఉన్న క్రోమోసోములన్నింటినీ ఒక పద్ధతిలో పటంరూపంలో చూపటాన్ని ఇడియోగ్రామ్ అంటారు. ఈపటం తయారీలో పెద్దగా, పొడవుగా ఉన్న క్రోమోసోములను ముందు తరువాత అవరోహణ క్రమంలో, పొట్టిగా, చిన్నగా ఉన్న క్రోమోసోములను అమరుస్తారు. దీనివల్ల జీవుల పరిణామ క్రమం గురించి తెలుసుకోవచ్చు.



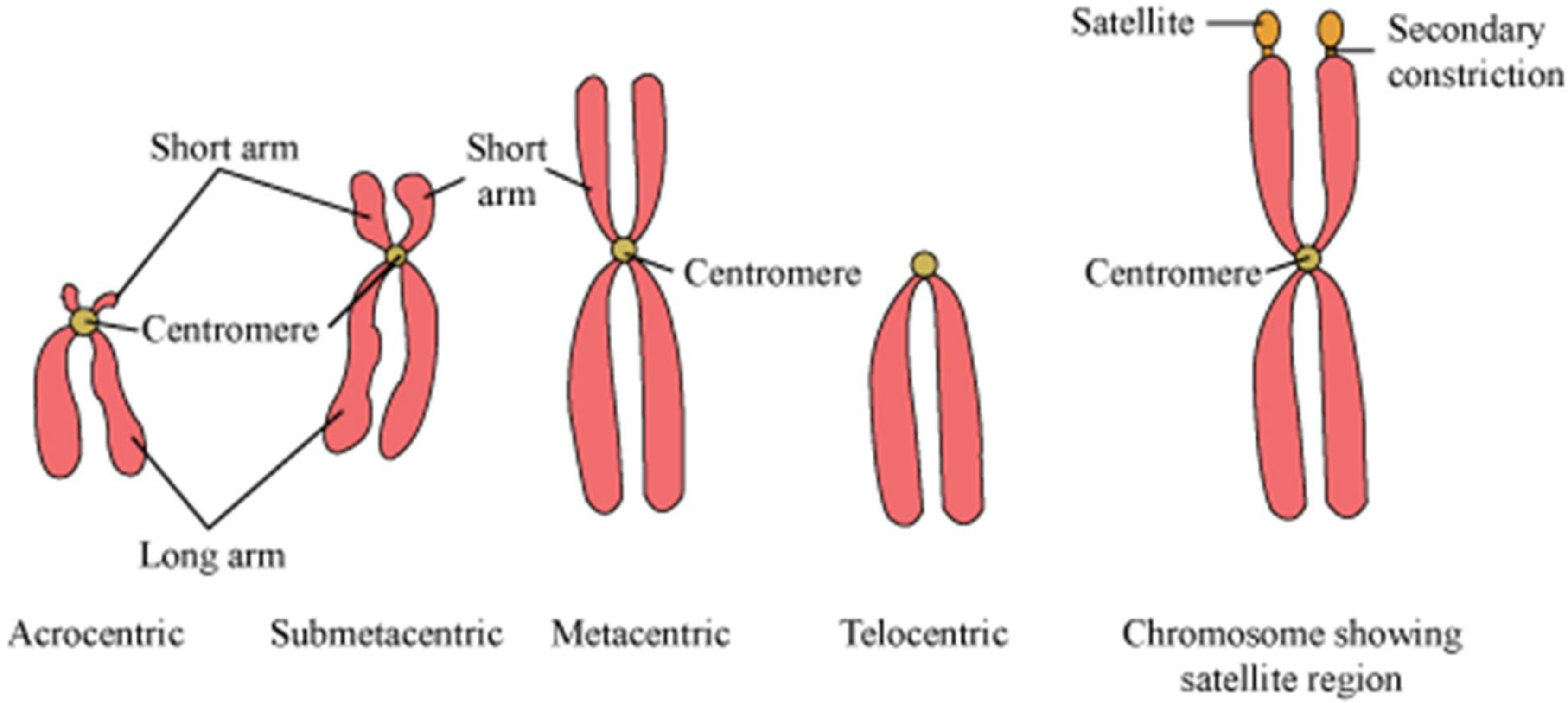
పటం 13.6. 2 మానవుడి క్రోమోసోములు – ఇడియోగ్రామ్

క్రోమోసోముల రకాలు

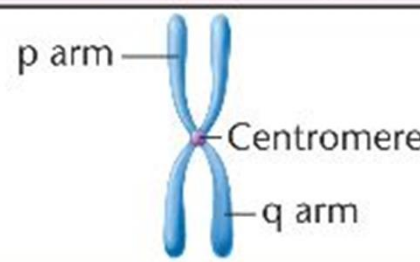
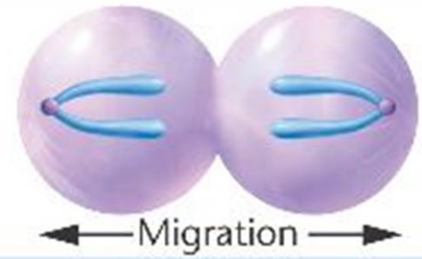
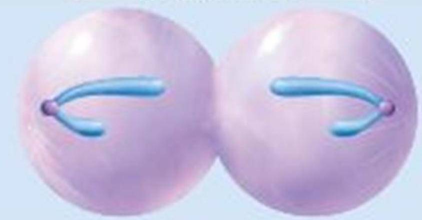
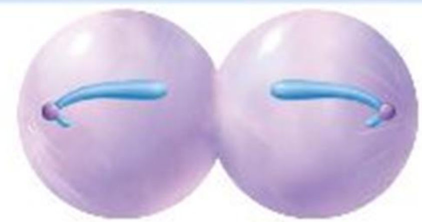
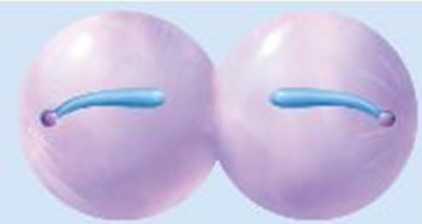


a. మెటాసెంట్రిక్ b. సబ్ మెటాసెంట్రిక్ c. ఆక్రోసెంట్రిక్ d. టీలోసెంట్రిక్

పటం 13.6.3 క్రోమోసోముల రకాలు (సెంట్రోమియర్ ఆధారంగా)



Types of chromosomes

Centromere location	Designation	Metaphase shape	Anaphase shape
Middle	Metacentric		
Between middle and end	Submetacentric		
Close to end	Acrocentric		
At end	Telocentric		

సెంట్రోమియర్ ప్రాంతాన్ని బట్టి క్రోమోసోముల రకాలు

మధ్య స్థానంలో – సమానమైన భాహువులు – మెటాసెంట్రిక్ - V ఆకారం

మధ్యలో కాకుండా కొంచెం ప్రక్కగా – అసమాన భాహువులు – సబ్ మెటాసెంట్రిక్ -- J or L ఆకారం

క్రోమోసోమ్ కొనదగ్గరగా- ఆక్రోసెంట్రిక్

బాహువు కొనలో – టీలోసెంట్రిక్ - దండాకారం

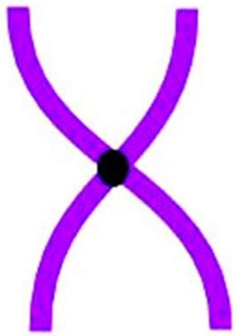
సెంట్రోమియర్ లేకపోతే – ఏసెంట్రిక్ రకం

రెండు సెంట్రోమియర్లు – డైసెంట్రిక్

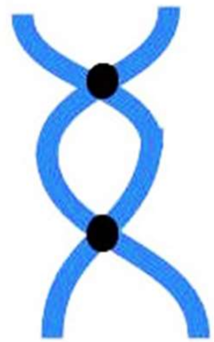
ఎక్కువ సెంట్రొమియర్లు – పాలీసెంట్రిక్

వ్యాప్తి చెంది ఉండే సెంట్రోమియర్ - హోలోసెంట్రిక్

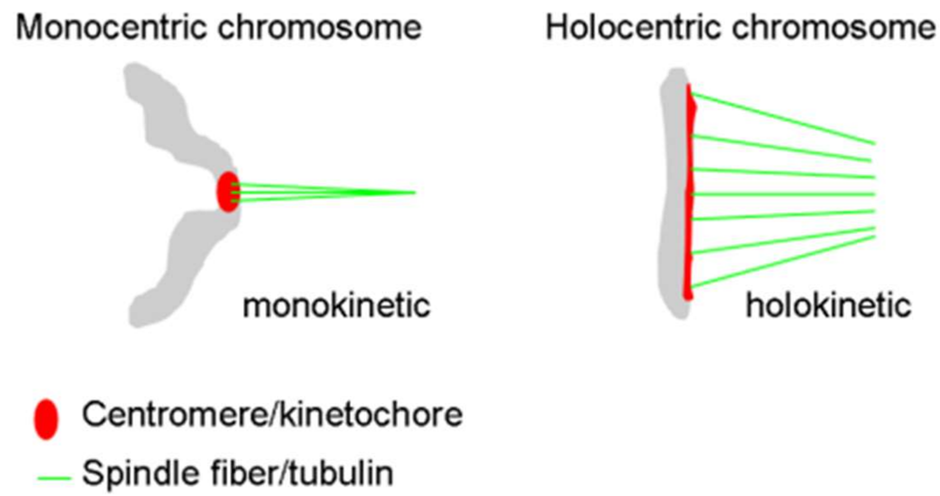
ఇవి కాకుండా కొన్ని సకశేరుకాల అండమాతృ కణాలలోను, కొన్ని కీటకాల కణజాలంలోను ఉండే క్రోమోసోము లను బృహత్ క్రోమోసోములు అంటారు. ఇవి పాలిటీన్ క్రోమోసోము, లాంప్ బ్రష్ క్రోమోసోములు



Normal
Chromosome



Dicentric
Chromosome



13.6.4 క్రోమోసోము విధులు

క్రోమోసోములు ముఖ్యంగా ప్రోటీన్‌ల సంశ్లేషణలో, కణవిభజనలో ఉపయోగపడుతాయి. కణంలో జరిగే అనేకరకాల జీవక్రియలను జన్యుస్థాయిలో నియంత్రిస్తాయి. జన్యులక్షణాలను ఒకతరం నుంచి మరొకతరానికి బదిలీ చేస్తాయి. జీవులలో ఉత్పరివర్తనాలను, వైవిధ్యాలను కలుగజేసి జీవపరిణామానికి తోడ్పడుతాయి.

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Label the animal cell structure