పరమాణువులు

ఐజాక్ అసిమోవ్

అనువాదం : వి. ప్రైదన్న

జన విజ్ఞాన వేదిక

మంచి పుస్తకం

ఎలా తెలుసుకున్నాం - 21

పరమాణువులు

ఐజాక్ అసిమోవ్

అనువాదం : పి. పైడన్న

జన విజ్ఞాన వేదిక

మంచి పుస్తకం

How We Found Out About Atoms? by Isaac Asimov
ఎలా తెలుసుకున్నాం? – 21

పరమాణువులు

రచయిత : ఐజాక్ అసిమోవ్
అనువాదం : పి. పైడన్న
ప్రచురణ : ఆగస్టు, 2009
ప్రతుల సంఖ్య : 2000
వెల : రూ. 18/-
ISBN : 978-93-80153-05-6

ప్రచురణ, ప్రతులకు :

జన విజ్ఞాన వేదిక
జి. మాల్యాద్రి, కన్వీనర్, ప్రచురణల విభాగం
162, విజయలక్ష్మీనగర్
నెల్లూరు – 524 004
ఫోన్ : 94405 03061

మంచి పుస్తకం
12-13-450, వీధి నెం.1
తార్నాక, సికింద్రాబాదు 500 017
ఫోన్ : 94907 46614.
email : info@manchipustakam.in
website : www.manchipustakam.in

కంపోజింగ్, లే అవుట్ : పద్మ
ముఖచిత్ర డిజైన్ : అంకుష్ గ్రాఫిక్స్ & డిజైనర్స్

ముద్రణ : డెక్కన్ ప్రెస్,
1-9-1126/బి,
అజామాబాద్, హైదరాబాదు,
ఫోన్: 27678411.

విషయ సూచిక

1.	పరమాణువు అనే భావన	. . .	03
2.	పరమాణువుల ఉనికికి సాక్ష్యాలు	. . .	13
3.	పరమాణువుల భారం	. . .	21
4.	పరమాణువుల అమరిక	. . .	30
5.	పరమాణువుల నిజస్వరూపం	. . .	36

1. పరమాణువు అనే భావన

సముద్ర తీరాన్ని గానీ లేదా ఒక ఇసుక తిన్నెని గానీ అల్లంత దూరం నుంచి చూస్తే మనకి ఏమనిపిస్తుంది? అది అంతా ఒక పెద్ద ఘన రాశిలాగా కనిపిస్తుంది. కానీ అది నిజంగానే అలా ఉందా? లేక ఊరికే అలా కనిపిస్తుందా?

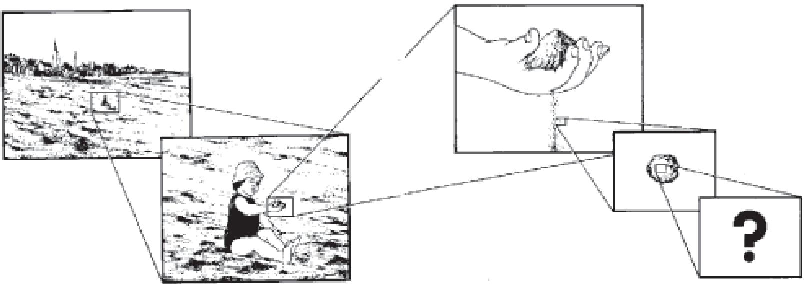
ఆ ఇసుక తిన్నెనే గనక దగ్గరిగా చూసి పరిశీలిస్తే, ఆ తిన్నె పేరుకున్న చిన్న చిన్న రేణువుల నుంచి ఏర్పడిందని తెలుస్తుంది. మనం ఆ ఇసుక పోగునుంచి కొంత ఇసుకను చేతిలోకి తీసుకొని చేతి వేళ్ళ మీదుగా జారవిడవ వచ్చు. ఇలా జారవిడిచేటప్పుడు ఒక చిన్న ఇసుక రేణువు తప్ప మిగిలిన ఇసుక నంతటినీ వదిలెయ్యండి.

ఈ చిన్న ఇసుక రేణువే ఆ ఇసుకలోని అతి చిన్న అంశం అవుతుందా? ఈ చిన్న ఇసుక రేణువునే బలమైన రాయి మీద ఉంచి సుత్తితో గట్టిగా కొడితే ఏమౌతుంది? ఆ ఇసుక రేణువు ఇంకా చిన్న చిన్న ముక్కలుగా ఛిద్రమవుతుంది. ఇందులో ఒక చిన్న ముక్కను తీసుకుని దీన్ని ఇంకా చిన్న చిన్న ముక్కలుగా చేయగలమా? ఇలా వచ్చిన చిన్న ముక్కలలో ఒక దానిని అంతకంటే చిన్న ముక్కలుగా చేయగలమా? ఇలాగే అంతం లేకుండా చిన్న చిన్న ముక్కలుగా చేసుకుంటూ పోగలమా?

లేదా ఒక కాగితాన్ని తీసుకొని సగానికి చింపేయండి. అందులో ఒక సగాన్ని మళ్ళీ సగానికి చింపేయండి ఇలా ఆ కాగితాన్ని చింపుకుంటూ పోతే అంతం అనేది లేకుండా అలాగే చింపగలమా?

2500 సంవత్సరాల క్రితం సుమారు క్రీ.పూ. 450లో ల్యోసిప్పస్ అనే గ్రీకు తత్త్వవేత్త ఈ ప్రశ్నల గురించి ఆలోచించాడు. దేన్నయినా చిన్న ముక్కలు చేసి, అందులో ఒక చిన్న ముక్కను తీసుకుని దాన్ని ఇంకా చిన్న ముక్కలు చేసి, అలా ఒక్కో ముక్కని ఇంకా ఇంకా చిన్న ముక్కలుగా చేస్తూ

పోతున్నప్పుడు, ఆ ప్రక్రియ అనంతంగా సాగుతుందని ఇతడికి నమ్మకం లేదు. ఆ ప్రయత్నం ఎక్కడో ఒక దగ్గర అంతం కావలసిందేనని ఇతడు అభిప్రాయపడ్డాడు. చిన్న చిన్న ముక్కలను చేసుకుంటూ పోతే ఎక్కడో ఒక దగ్గర చాలా చిన్న ముక్క అవుతుంది, ఈ చిన్న ముక్క ఇంకా ముక్కలు చేయలేని స్థితికి వస్తుంది.



ల్యూసిప్పస్ దగ్గర డెమోక్రిటస్ (డెమొక్రితుస్) (క్రీ.పూ. 460–370) అనే శిష్యుడు ఉండేవాడు. ఇతడు కూడా పైవిధంగానే ఆలోచించాడు. డెమోక్రిటస్ క్రీ.పూ. 380లో చచ్చిపోయాడు. ఆపాటికి ఇతడు ఈ విశ్వం మీద తన సిద్ధాంతాల గురించి 72 పుస్తకాలు రాశాడు. ఇతడు ప్రతిపాదించిన సిద్ధాంతాలలో ఉన్న భావన ఏమిటంటే ఈ ప్రపంచంలో ఏదైనా సరే చాలా చిన్న చిన్న అంశాలతో ఏర్పడుతుంది. ఈ చిన్న ముక్కలు ఇంకా చిన్న ముక్కలుగా చేయలేనంత చిన్నవిగా ఉంటాయి.

ఈ చిన్న ముక్కలకు డెమోక్రిటస్ అటొమొస్ అని పేరు పెట్టాడు. అటొమొస్ అంటే గ్రీకు భాషలో ముక్కలు చేయలేనిది అని అర్థం. ఈ అటొమొస్ పదమే ఇంగ్లీషులో ఆటమ్ (పరమాణువు) అయ్యింది.

ప్రపంచంలోని పదార్థం అంతా రకరకాల పరమాణువులతో ఏర్పడిందని, ఆ పరమాణువుల మధ్య ఉన్నది వట్టి ఖాళీ అని డెమోక్రిటస్ ఊహించాడు. వేరు వేరుగా ఉన్న పరమాణువులు చాలా చిన్నవే అయినప్పటికీ చాలా పరమాణువులు కలసి రక రకాల పద్ధతులలో అమరి ఉన్నప్పుడు

తయారైన రక రకాల వస్తువులే మనం చూస్తున్నవి. పరమాణువుల అమరికలు మారినప్పటికీ పరమాణువులను మాత్రం మనం సృష్టించలేమని లేదా నాశనం చేయలేమని డెమోక్రిటస్ ఆలోచించాడు. పరమాణువుల అమరికను మార్చవచ్చు కాబట్టి, ఈ పద్ధతిలో ఒక పదార్థాన్ని వేరొక పదార్థంగా మార్చవచ్చు.

అయితే డెమోక్రిటస్ ఈ విషయాలన్నీ ఎందుకు నమ్మాడన్నది మాత్రం చెప్పలేదు. దీనిని బట్టి ఈ విషయాలు ఇతడి అభిప్రాయాలు అని మాత్రమే తెలుస్తుంది. కానీ ఇతర గ్రీకు శాస్త్రవేత్తలలో చాలామందికి ఈ అభిప్రాయాలు నిజమని అనిపించలేదు. అంతేకాకుండా మంచి పేరున్న గ్రీకు శాస్త్రవేత్తలు కూడా పరమాణువులు అనేవి ఉన్నాయని నమ్మలేదు. డెమోక్రిటస్ సిద్ధాంతాలని (వీటిని మనం ఆటమిసమ్ అని పిలుచుకోవచ్చు) పెద్దగా పట్టించుకోలేదు. కాబట్టి డెమోక్రిటస్ అభిప్రాయాలకి అంత పేరు రాలేదు.

పాత కాలంలో పుస్తకాలన్ని చేతిరాతతో రాసినవే. ఏదైనా పుస్తకానికి ప్రతులు కావాలంటే వాటిని చూసి తిరిగి రాయాల్సిందే. ఒక పుస్తకం కావాలంటే చేతితో రాయడమనేది చాలా కష్టమైన పని కావడం వల్ల చాలా ముఖ్యమైన పుస్తకాలను మాత్రమే ఎక్కువసార్లు రాసేవారు.

డెమోక్రిటస్ పుస్తకాలకు అంత పేరు రాకపోవడం వల్ల కొన్ని పుస్తకాలను మాత్రమే ప్రతులుగా రాశారు. కానీ కాలం గడిచేకొద్దీ ఒక్కొక్క పుస్తకం చదవడానికి వీలు లేకుండా పాడైపోయాయి. కొంత కాలం తరువాత డెమోక్రిటస్ రాసిన పుస్తకాలలో ఏ ఒక్క పుస్తకం కూడా మిగలలేదు. ఆ పుస్తకాలన్నీ పూర్తిగా పాడైపోయాయి. తరువాత వచ్చిన ఇతర ప్రాచీన గ్రంథాలలో డెమోక్రిటస్ చెప్పిన పరమాణు సిద్ధాంతాల గురించి రాసి ఉండటం ద్వారా డెమోక్రిటస్ సిద్ధాంతాలు మనకు తెలిశాయి.

డెమోక్రిటస్ పుస్తకాలు మొత్తం పాడైపోక ముందే ఎపిక్యూరస్ (క్రీ.పూ. 341–270) అనే మరో గ్రీకు శాస్త్రవేత్త క్రీ.పూ.306లో ఆ పుస్తకాలను

తనంతట తానే చదివి ఒక అటామిస్ట్ అయ్యాడు. గ్రీసులోని ఏథెన్స్ పట్టణంలో ఎపిక్యూరస్ ఒక పాఠశాలను నెలకొల్పాడు. తరువాత అది బోధనలో ఒక ముఖ్యమైన పాఠశాల అయ్యింది. ఎపిక్యూరస్ గొప్ప పేరున్న ఉపాధ్యాయుడు. అంతే కాకుండా స్త్రీలకి కూడా చదువుకోడానికి పాఠశాలలోకి రానిచ్చిన మొదటి వ్యక్తి. పదార్థం సమస్తం పరమాణువులతో ఏర్పడి ఉంటుందని బోధించాడు. వివిధ అంశాల మీద 300లకు పైగా పుస్తకాలు రాశాడు (ప్రాచీన గ్రంధాలు సాధారణంగా చాలా చిన్నవిగా ఉంటాయి).

చాలా కాలం గడిచిన తరువాత కూడా ఎపిక్యూరస్ అభిప్రాయాలు అంత ప్రాముఖ్యతను సంతరించుకోలేక పోయాయి. అతడి పుస్తకాలు కొన్నింటిని చేతితో తిరిగి రాశారు. అయినప్పటికీ చివరికి డెమోక్రిటస్ పుస్తకాలులాగే ఇతడి పుస్తకాలు కూడా కాలగర్భంలో కొట్టుకుపోయాయి.

కాని పరమాణువుల భావన గానీ పరమాణువుకి సంబంధించిన ఆలోచనలు గానీ పూర్తిగా మాయం అయిపోలేదు. ఎపిక్యూరస్ కాలానికి రెండు శతాబ్దాల తరువాత ఎపిక్యూరస్ పుస్తకాలు ఇంకా చలామణీలో ఉన్న రోజుల్లోనే లూక్రిటిస్ (క్రీ.పూ. 99–55) అనే రోమన్ శాస్త్రవేత్త అటామిస్ట్ (పరమాణువుల గురించి వివరించే శాస్త్రవేత్త) అయ్యాడు. ఇతడు కూడా ఈ ప్రపంచం పరమాణువులతోనే ఏర్పడిందని ఊహించాడు. లూక్రిటిస్ సుమారు క్రీ.పూ. 56లో లాటిన్ భాషలో ఒక పెద్ద పద్యాన్ని రాశాడు. దీనికి ఇంగ్లీషులో "ఆన్ ది నేచర్ ఆఫ్ థింగ్స్' (వస్తువుల తత్వాన్ని గురించి) అని పేరు పెట్టాడు. ఈ పద్యంలో డెమోక్రిటస్, ఎపిక్యూరస్ ఆలోచనలకు గుర్తింపు వచ్చేటంత గొప్పగా వివరించాడు.

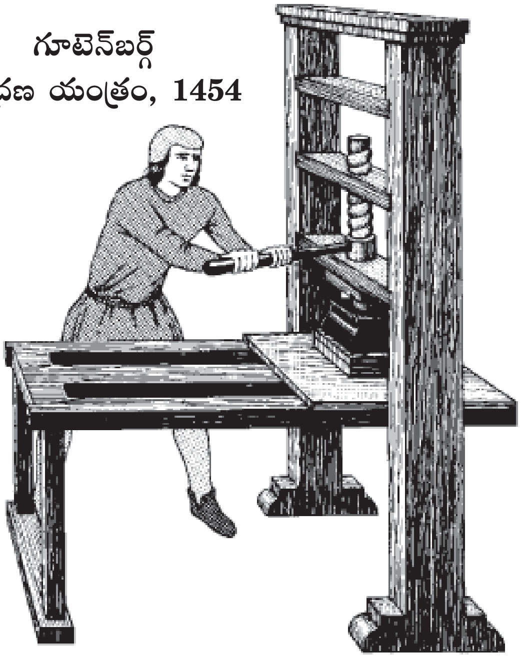
అప్పుడు కూడా పరమాణువుల గురించిన అభిప్రాయాలకు అంత గుర్తింపు రాలేదు. లూక్రిటిస్ పద్యాన్ని మరిన్ని ప్రతులుగా రాయలేదు. గ్రీక్, రోమన్ నాగరికతలు కాలక్రమంలో శిథిలం అయిపోతుంటే, వాటితోపాటు ఆ పుస్తకాలు కూడా శిథిలం అయిపోసాగాయి. చివరికి యూరప్‌లో మధ్య

యుగం వచ్చేసరికి డెమోక్రిటస్, ఎపిక్యూరస్, లూక్రెటిస్ రాసిన పుస్తకాలన్నీ పూర్తిగా పాడైపోవడమే గాకుండా ప్రజలు కూడా పరమాణువుల గురించి మరిచిపోయారు.

క్రీ.శ. 1417లో ఒక ఇంట్లో అటక మీద చేతిరాతతో ఉన్న ఒక పాత పుస్తకం ఒక వ్యక్తికి దొరికింది. ఇది కొంచెం పాడైపోయి ఉంది. దీనిని లూక్రెటిస్ రాసిన పద్యంగా గుర్తించారు. పాత కాలంలో ఉన్న పుస్తకాలలో ఏ ఒక్కటి కూడా ఎప్పుడూ మళ్ళీ దొరకలేదు. లూక్రెటిస్ పద్యం దొరికే కాలానికి యూరప్‌లోని ప్రజలు పాత కాలంలో రాసిన పుస్తకాలు చదవడానికి చాలా కుతూహలంగా ఉండడం వల్ల లూక్రెటిస్ పద్యం దొరికిన వెంటనే చేతితో రాసి ఎన్నో ప్రతులు తయారు చేశారు.

క్రీ.శ. 1454లో జాన్ గూటెన్ బర్గ్ (1396–1468) అనే జర్మనీ వ్యక్తి అచ్చు యంత్రాన్ని (ప్రింటింగ్ ప్రెస్) కనుగొన్నాడు. అప్పుడు పుస్తకాలను చేతితో రాయవలసిన పెద్ద పని తప్పిపోయింది. చేతితో రాయడానికి బదులు

గూటెన్‌బర్గ్
ముద్రణ యంత్రం, 1454



పుస్తకంలో ఉన్న అన్ని పదాలను ఒక్కసారి అచ్చు అక్షరాలతో అమర్చితే చాలు. ఈ అమరిక పైన సిరా పోసి దానిమీద కాగితంతో అద్దితే అందులో ఉండే పదాలన్నీ కాగితం పైన అచ్చు అవుతాయి. ఈ పద్ధతిలో ప్రతి పుస్తకాన్ని అతి తక్కువ సమయంలో బోలెడు పుస్తకాలుగా అచ్చు వేయవచ్చు. అచ్చుయంత్రం వాడకం లోనికి వచ్చిన తరువాత పుస్తకాలు కనిపించకుండా పూర్తిగా పాడైపోవడమనేది తగ్గింది.

మొట్టమొదట అచ్చు వేసిన పుస్తకాలలో లూక్రెటిస్ పద్యం ఉన్న పుస్తకం ఒకటి. యూరప్‌లో చాలా మంది లూక్రెటిస్ పద్యాన్ని చదివారు. అందులో కొంత మందికి పరమాణువుల గురించిన భావాలు బాగా నచ్చాయి. ఇది చదివిన తరువాత ఇంకా వివరంగా వాటి గురించి తెలుసుకోవాలని అనిపించింది. వీరిలో ఫ్రెంచ్ శాస్త్రజ్ఞుడైన పియర్ గాస్సెండి (1592–1655) ఒకడు. ఇతడు క్రీ.శ. 1600లలో సుమారు అర్ధ శతాబ్దంపాటు ప్రభావం చూపే పుస్తకాలను రాశాడు. యూరప్‌లో చాలా మంది శాస్త్రవేత్తలతో ఇతనికి పరిచయం ఉన్నందువల్ల పరమాణువుల గురించి తన ఆలోచనలన్నీ వీరందరికీ చెప్పాడు.

ఈ విధంగా పరమాణువుల మీద ల్యూసిప్పస్ అభిప్రాయాలు 2000 సంవత్సరాల వరకూ మనగలిగాయి. లూక్రెటిస్ పద్యం రాసిన ఒక్క పుస్తకం దొరకడం మనకు అదృష్టమే, ఆ దొరికిన పుస్తకమే ఈ ఆధునిక కాలంలో అటామిసమ్‌కి దారి తీసిందని చెప్పవచ్చు. ఆధునిక కాలంలోని శాస్త్రవేత్తలు పరమాణువుల గురించి వారంతట వారే ఆలోచించగలిగే వారేమో కానీ ప్రాచీన కాలం నుంచే వచ్చిన ఆలోచన పరమాణువుల మీద ప్రయోగాలకు తొలి మెట్టు అయ్యింది.

అయితే రెండు వేల ఏళ్ళపాటు పరమాణువులు కేవలం ఒక భావనగానే మిగిలాయి. పరమాణువులు అన్న భావన సహేతుకంగానే అనిపించినా, దాన్ని పండితులు పెద్దగా పట్టించుకోలేదు.

ఎందుకంటే పరమాణువులకి సాక్ష్యాధారం లేదు. "ఫలానా వస్తువు ఫలానా తీరులో ప్రవర్తిస్తోంది. దాని ప్రవర్తనని సరిగ్గా వివరించాలంటే పరమాణువులు ఉన్నాయని అనుకుని తీరాల్సిందే," అనడానికి ఎక్కడా ఆస్కారమే కనిపించలేదు.

దీన్ని నిరూపించడానికి చాలామంది ప్రయోగాలు చేశారు. పరమాణువుల ద్వారా ఆ ప్రవర్తనని వివరించగలమా లేదా అనేది తెలియాలంటే కొన్ని నియమాల దగ్గర పదార్థాల ప్రవర్తన గురించి పరిశోధించాలి.

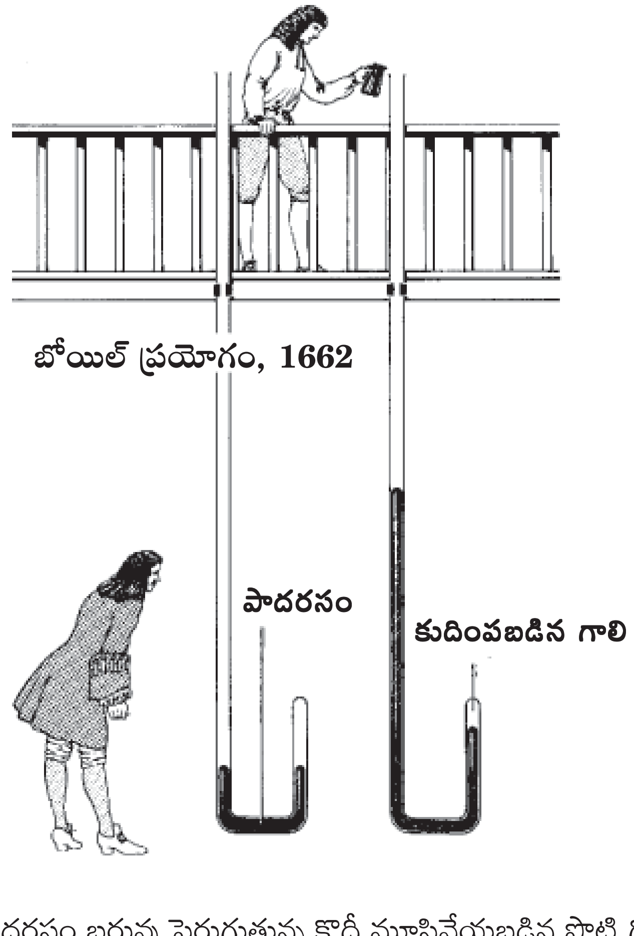
ప్రయోగాల ద్వారా ప్రపంచాన్ని తెలుసుకోవడం సరైన పద్ధతి అని మొదట సూచించిన వారిలో గాస్సెండి ఒకరు. గాస్సెండి అభిప్రాయాలు బాగా తెలిసిన వారిలో రాబర్ట్ బోయిల్ (1627-1691) ఒకరు. ఇతను ఇంగ్లీషు రసాయన శాస్త్రవేత్త. పరమాణువులు ఉన్నాయేమోనని చూడడానికి ప్రయోగాలు చేసిన మొదటి శాస్త్రవేత్త బోయిల్.

బోయిల్ దృష్టి గాలి మీదకి పోయింది. ఘన పదార్థం లాగా గాలికి నియత రూపం లేదు. ద్రవాలలాగా కనిపించదు, ప్రవహించదు, కాని కంటికి కనిపించకుండా పలచగా వ్యాపిస్తుంది. అటువంటి పదార్థాన్నే వాయువు అంటారు.

క్రీ.శ. 1662వ సంవత్సరంలో బోయిల్ ఒక ప్రయోగాన్ని చేశాడు. 5 మీటర్ల పొడవు, ఇంగ్లీషు అక్షరం J ఆకారంలో ఉన్న గాజు గొట్టాన్ని తీసుకొని అందులో కొంచెం పాదరసం పోశాడు. పొట్టిగా ఉన్న గొట్టం చివరి భాగాన్ని మూసి వేశాడు, పొడవుగా ఉన్న వైపు తెరిచి ఉంచాడు.

గొట్టం అడుగు భాగం పాదరసంతో నిండినపుడు కొంత గాలి పొట్టిగా ఉండి మూసివేయబడిన గొట్టం వైపు వచ్చి చేరింది. బోయిల్ ఇప్పుడు గొట్టంలోనికి ఇంకా ఎక్కువ పాదరసాన్ని పోశాడు. దీనివల్ల పొట్టిగా ఉన్న గొట్టం వైపు మరికొంచెం ఎక్కువ పాదరసం చేరింది. అంటే ముందు అక్కడున్న

గాలి కొంచెం తక్కువ ఖాళీలోకి కుదించబడిందన్న మాట. బోయిల్ ఇంకా ఎక్కువ పాదరసాన్ని పోశాడు, ఇప్పుడు పొట్టి గొట్టం వైపు ఉన్న గాలి ఇంకా తక్కువ ఖాళీలోకి కుదించబడింది. ఎక్కువ పాదరసం పోస్తున్నకొద్దీ గాలి ఇంకా చిన్న ప్రదేశంలోకి కుదించబడుతూ ఉంది.



పాదరసం బరువు పెరుగుతున్న కొద్దీ మూసివేయబడిన పొట్టి గొట్టం వైపు ఉన్న గాలి ఆక్రమించే స్థలం తగ్గుతూ ఉంటుంది. దీనినే బోయిల్ నియమం అని పిలిచారు. ఇది ఎలా జరుగుతుంది అనే దానిమీద బోయిల్ పరిశోధించాడు.

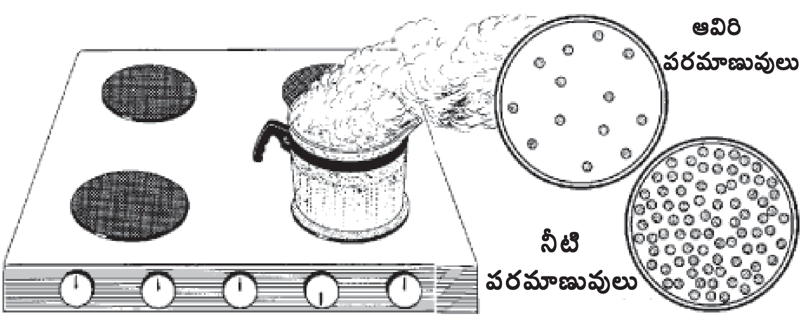
కానీ గాలి ఎలా కుదింప బడుతుంది? కుదింపబడి చిన్న ప్రదేశంలో ఎలా ఇమడగలుగుతోంది?

పెద్ద స్పాంజి (ద్రవాలను పీల్చగలిగే ఒక విధమైన వస్తువు)ని నొక్కి కుదించి చిన్న చోటులోనే ఇమిడ్చేయవచ్చు. అలాగే బ్రెడ్డు ముక్కను కూడా నొక్కి కుదించవచ్చు. స్పాంజిని గానీ, బ్రెడ్డును గానీ ఇలా ఎందుకు చేయగలుగుతున్నామంటే వీటికి చిన్న చిన్న రంధ్రాలుంటాయి. కాబట్టి వాటిని నొక్కినప్పుడు వాటి రంధ్రాలలో ఉండే గాలి బయటకు నెట్టి వేయబడి వాటి ఘన పదార్థం దగ్గరగా కుదించ బడుతుంది (తడిసిన స్పాంజిని నొక్కితే వాటి రంధ్రాల ద్వారా నీరు బయటకు నెట్టి వేయబడుతుంది).

బోయిల్ తన ప్రయోగంలో చేసినట్లు గాలిని మనం కుదించగలిగాం అంటే గాలిలో రంధ్రాలున్నాయన్నమాట. గాలిని కుదించినప్పుడు గాలి దగ్గరగా జరిగి వాటి రంధ్రాలు మూసివేయబడతాయి.

గాలిలో చిన్న చిన్న ముక్కలు ఖచ్చితంగా ఉంటాయని అనిపించింది బోయిల్‌కి. ఇవే చిన్న పరమాణువులు. పరమాణువుల మధ్యన వట్టి ఖాళీ ప్రదేశం ఉంటుంది. గాలిని కుదించినప్పుడు పరమాణువులు బలవంతంగా దగ్గరకు నెట్టబడతాయి. అన్ని రకాల వాయువులలోనూ ఇలా జరుగుతుందని బోయిల్ అభిప్రాయపడ్డాడు.

అసలు నిజానికి పై ప్రక్రియ ద్రవాలకి, ఘన పదార్థాలకి కూడా వర్తిస్తుందేమో! ద్రవరూపంలో ఉన్న నీటిని వేడి చేస్తే వాయురూపంలో ఉన్న



నీటి ఆవిరిగా మారుతుంది; నీటి ఆవిరిని చల్లబరిస్తే మళ్ళీ నీరౌతుంది.

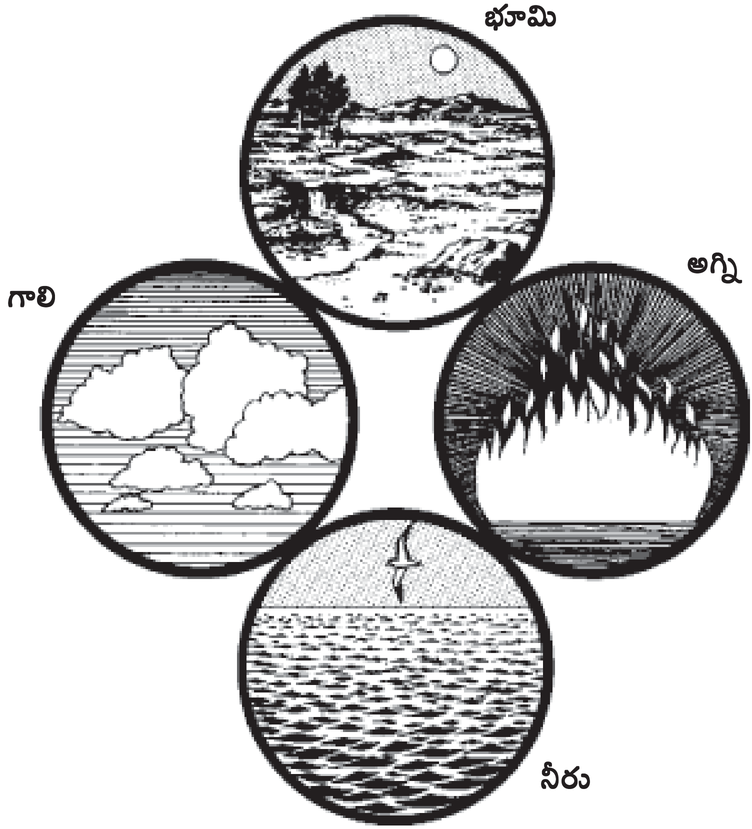
నీరు ఉన్న ప్రదేశానికి 1000 రెట్లు ఎక్కువ ప్రదేశాన్ని నీటి ఆవిరి ఆక్రమిస్తుంది. ఇంకా తేలికగా చెప్పాలంటే నీటిలోని పరమాణువులన్నీ చాలా దగ్గరగా ఒక దానికొకటి తాకుతూ ఉంటే నీటి ఆవిరిలోని పరమాణువులు చాలా దూరంగా చెల్లాచెదురుగా ఉంటాయి.

క్రీ.శ. 1662లో బోయిల్ ప్రయోగాల వల్ల పరమాణువులు అనే విషయం భావన మాత్రమే కాదు అని తెలిసింది.

2. పరమాణువుల ఉనికికి సాక్ష్యాలు

పరమాణువులలో రకాలు కూడా ఉంటాయా?

డెమోక్రిటస్ మాత్రం రక రకాల పరమాణువులు ఉండవచ్చుననే అనుకున్నాడు. ఈ ప్రపంచమే నాలుగు రకాల ముఖ్యమైన పదార్థాలు లేదా మూలకాలతో ఏర్పడిందని ప్రాచీన గ్రీకు ప్రజలు నమ్మేవారు. ఆ నాలుగు ప్రధాన మూలకాలు భూమి, నీరు, గాలి, అగ్ని. ఇందులో ఒక్కొక్క దాంట్లో ఒక్కొక్క రకమైన పరమాణువులు ఉండొచ్చని డెమోక్రిటస్ అభిప్రాయపడ్డాడు. భూమి పరమాణువులు గరుకుగా, ఎగుడు దిగుడుగా ఉంటాయేమో. అందుకే



ఇవి ఒకదానికొకటి తేలికగా అతుక్కొని ఘన పదార్థంగా ఉన్న భూమిని ఏర్పరిచాయి. నీటి పరమాణువులకి నున్నని ఉపరితలం ఉండడం వల్ల అవి ఒకదానికొకటి అతుక్కోకుండా, ఒకదాని మీదుగా ఒకటి వేగంగా జారిపోతుంటాయి. గాలి పరమాణువులు చాలా తేలికగా ఉంటాయేమో, అందుకే అవి ఎగురుతున్నాయేమో. అగ్గి పరమాణువులు బహుశా సూదిమొనలలాంటి కొనలతో వంకరగా ఉంటాయేమో, అందుకే మంట తగిలినప్పుడు మనకి నొప్పి పుడుతుందేమో.

గ్రీకులు ఈ నాలుగు మూలకాలను మాత్రమే ఎంచుకున్నారు. ఎందుకంటే ఇవి వారికి ఒక అర్థాన్ని ఇచ్చాయి. కానీ ఈ ప్రపంచం నిజంగా ఈ నాలుగు మూలకాలతోనే ఏర్పడిందని అనడానికి వారి దగ్గర సాక్ష్యం లేదు.

మూలకాలను ఖచ్చితంగా ప్రయోగాల ద్వారా కనుగొనవచ్చునని క్రీ.శ. 1661లో బోయిల్ ఒక పుస్తకంలో రాశాడు. రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు ప్రతి పదార్థాన్నీ వీలైనంత చిన్న చిన్న ముక్కలుగా చేయడానికి ప్రయత్నించాలి. ఈ విధంగా చేసినప్పుడు ఇంకా ముక్కలు చేయలేనంత చిన్న ముక్క ఏర్పడినప్పుడు అది ఒక మూలకం అవుతుంది.

బోయిల్ రాసిన పుస్తకం అచ్చయిన తరువాత రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు పదార్థాలతో ప్రయోగాలు చేయడం ద్వారా మూలకాలు గురించి కనుక్కోవడం ప్రారంభించారు. క్రీ.శ. 1700ల చివరికి సుమారు 30 వేరు వేరు రకాల మూలకాలను కనుగొన్నారు. రాగి, వెండి, బంగారం, ఇనుము, తగరం, సీసం, పాదరసం లాంటి సాధారణ లోహాలన్నీ మూలకాలే. ఈ లోహాలు పాత గ్రీకు ప్రజలకి కూడా తెలుసు. కానీ 1700లలో నికెల్, కోబాల్ట్, యురేనియం లాంటి కొత్త లోహ మూలకాలను కూడా రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొన్నారు.

ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్ అనే రెండు వాయువుల కలయిక గాలి అని

కూడా రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొన్నారు. ఈ రెండు వాయువులలో ఒక్కొక్కటి ఒక్కొక్క మూలకం. హైడ్రోజన్ ఇంకొక వాయువు. ఇది కూడా ఒక మూలకమే. కానీ వాయువులూ, లోహాలూ కాని మూలకాలు ఉన్నాయి. ఉదాహరణకి కార్బన్ (కర్బనం), సల్ఫర్ (గంధకం), ఫాస్ఫరస్ (భాస్వరం).

ప్రతి మూలకం ఒక ప్రత్యేకమైన పరమాణువుని కలిగి ఉంటుందా? వెండిలో వెండి పరమాణువులు, నికెల్‌లో నికెల్ పరమాణువులు, ఆక్సిజన్‌లో ఆక్సిజన్ పరమాణువులు ఇలా వేరువేరుగా ఉన్నాయా?

1700లలో కొంతమంది రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు వీటి గురించి ఆలోచించారు. బోయిల్‌తో పాటు మరి కొంతమంది రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు పరమాణు సిద్ధాంతాన్ని నమ్ముతారు. కాని అందరూ కాదు. వీరు కొత్త మూలకాల గురించి వెదికారు, వీటి ప్రవర్తనపై పరిశోధించారు. వీరు పరమాణువుల గురించి పెద్దగా పట్టించుకోలేదు. చూడలేనంత చిన్న వస్తువులను పరిశోధించడం వల్ల వారికి ఏమీ ఉపయోగం ఉన్నట్లు అనిపించలేదు.

పరమాణువుల ఉనికిని తెలిపే ఆధారాలు ఒక్కొక్కటిగా లభ్యం కాసాగాయి. కొన్ని సాక్ష్యాలు ఆంటోయిన్ లారెంటో లావోయిజర్ (1743-1794) అనే ఫ్రెంచ్ రసాయనిక శాస్త్రవేత్త కనుగొన్నాడు. లావోయిజర్ క్రీ.శ. 1782లో ఒక గొప్ప విషయాన్ని కనుగొన్నాడు - ఒక పదార్థాన్ని మరో పదార్థంగా మార్చినప్పటికీ దాని మొత్తం బరువులో మార్పు ఉండదు. ఉదాహరణకి చెక్కని గాలిలో మండించినప్పుడు బూడిద, పొగగా మారిపోతుంది. మండించక ముందు చెక్క, గాలి కలిసి ఎంత బరువు ఉంటాయొ మండించిన తరువాత ఏర్పడిన బూడిద, పొగ కలిసి అంతే బరువు ఉంటాయి. దీనినే మనం పదార్థాల నిత్యత్వ నియమం (ది లా ఆఫ్ కంజర్వేషన్ ఆఫ్ మేటర్) అని అంటాం.

లావోయిజర్ కనుగొన్న విషయం పరమాణు భావానికి మద్దతు

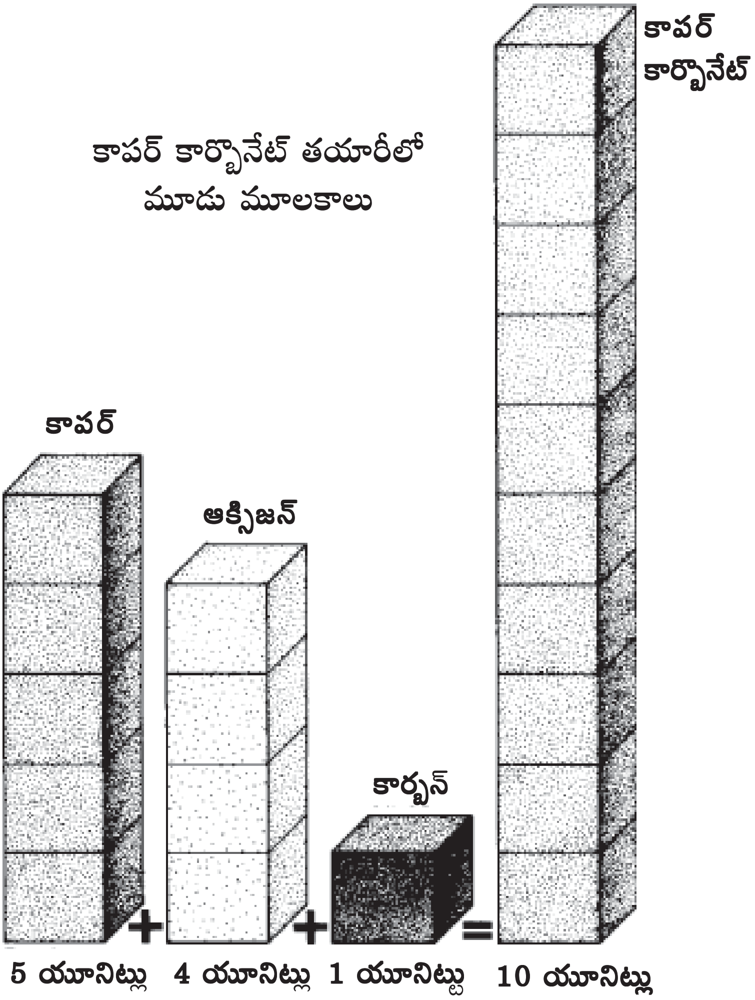
నిస్తోంది.

డెమోక్రిటస్ చెప్పిందే నిజం అయితే పరమాణువులను తయారు చేయలేం, నాశనం చేయలేం. పరమాణువుల అమరికను మాత్రమే మార్చగలం. చెక్కలోను, గాలిలోను పరమాణువులు ఒక రకంగా అమరి ఉంటాయి. చెక్కను మండించిన తరువాత బూడిద, పొగలను ఏర్పరచడానికి వాటి పరమాణువుల అమరిక మారిందన్న మాట. ఇప్పటికీ అన్ని పరమాణువులూ ఉన్నాయి కాబట్టి వాటి మొత్తం బరువు మాత్రం మారదు. ఈ విషయం నిజమైతే పదార్థాన్ని ఇంకా పరీక్షించవచ్చు. మొత్తం బరువుని ఉపయోగించడానికి బదులు ప్రతి మూలకం బరువుని కొలిచి పరమాణువుల అమరిక మారినప్పుడు ఏమౌతుందో చూడాలి.

జోసెఫ్ లూయీ ప్రౌస్ట్ (1754-1826) అనే ఫ్రెంచ్ రసాయనిక శాస్త్రవేత్త దీనిని ప్రయత్నించాడు. ఇతడు స్పెయిన్‌లో ప్రయోగాలు చేశాడు. ఎందుకంటే 1789లో ఫ్రాన్సులో విప్లవం మొదలైంది. అందుకే ఫ్రాన్సుని వదిలి వెళ్ళి పోవటమే మంచిదని అనుకున్నాడు. లావోయిజర్ మాత్రం వదిలి వెళ్ళలేదు, అందుకే 1794లో ఇతని తల నరికి చంపేశారు.

కాపర్ (రాగి), కార్బన్, ఆక్సిజన్ అనే మూడు మూలకాలను కలిపి కాపర్ కార్బొనేట్ అనే రసాయనిక సమ్మేళనాన్ని ఏర్పరచవచ్చునని ప్రౌస్ట్ కనుగొన్నాడు (రసాయనిక సమ్మేళనం - కాంపౌండ్ - అనేది ఒకటి కంటే ఎక్కువ మూలకాల కలయికతో ఏర్పడిన పదార్థం). కాపర్ కార్బొనేట్‌ను చేయడానికి ప్రౌస్ట్ 5 గ్రాముల కాపర్‌ని 4 గ్రాముల ఆక్సిజన్‌ని, 1 గ్రాము కార్బన్‌ని తీసుకున్నాడు. చివరికి 10 గ్రాముల కాపర్ కార్బొనేట్ వచ్చింది. అంటే మొత్తం బరువు మారలేదన్నమాట.

ప్రౌస్ట్ ఈ మూలకాలను కలపడానికి ఏ పద్ధతిని ఉపయోగించాడు అన్న విషయాన్ని పక్కన పెడితే అతడు ఎప్పుడూ ఒకే నిష్పత్తులను ఉపయోగించాడు. ఆ నిష్పత్తి ఎప్పుడూ 5:4:1(కాపర్:ఆక్సిజన్:కార్బన్).



ఇలా కాకుండా వేరే నిష్పత్తిలో కలపడానికి ప్రయత్నిస్తే కొన్ని మూలకాలు (ఒకటి లేదా రెండు) కలవకుండా మిగిలిపోయాయి.

ఇతర కాంపౌండ్స్‌లో కూడా ఇలాగే జరుగుతుందని ప్రౌస్ట్ నిరూపించాడు. కాంపౌండ్స్ ఎప్పుడూ ప్రత్యేక నిష్పత్తిలో మూలకాల కలయిక వల్ల ఏర్పడతాయి. 1799 నాటికి అన్ని కాంపౌండ్స్‌కి ఇది నిజం అని ప్రౌస్ట్ నిరూపించాడు. ప్రౌస్ట్ కనుగొన్న ఈ విషయాన్ని మనం "ది లా ఆఫ్ డెఫెనిట్

ప్రొపోర్షన్స్" (నిర్దిష్ట నిష్పత్తుల నియమం) అని అంటాం.

ప్రౌస్ట్ తనంతట తాను పరమాణువుల గురించి ఏ ప్రయోగాలూ చేయలేదు. కానీ ఆ విషయాలు ఇక్కడ ఎలా ఇమిడాయి అన్న విషయాన్ని మనం పరిశీలించవచ్చు. అన్ని మూలకాలు పరమాణువులతోనే ఏర్పడతాయని, పరమాణువులను ఇంకా చిన్న ముక్కలు చేయలేమని అనుకుందాం. ఏదైనా కాంపౌండ్‌ని ఏర్పరచడానికి కొన్ని మూలకాలను కలిపితే ఒక మూలకం పరమాణువులు మరో మూలకం పరమాణువులతో కలుస్తాయి.

లా ఆఫ్ డెఫెనిట్ ప్రొపోర్షన్స్‌కి పరమాణువులకి మధ్య ఉన్న సంబంధం జాన్ డాల్టన్ (1766-1844) అనే ఇంగ్లీషు రసాయనిక శాస్త్రవేత్తకు తెలిసింది. డాల్టన్‌కి వాయువులతో ప్రయోగాలు చేయడం అంటే చాలా ఇష్టం. అంతేకాక బోయిల్ ప్రయోగాలను ఇతడు చాలా బాగా అర్థం చేసుకున్నాడు. గాలి, ఇతర వాయువులు పరమాణువుతో ఏర్పడితే అవి ఎలా ప్రవర్తిస్తాయి అన్న దానిని బాగా వివరించాడు. అన్ని మూలకాలూ పరమాణువులతో ఏర్పడితే లా ఆఫ్ డెఫెనిట్ ప్రొపోర్షన్స్ అనేది అర్థవంతంగా కనిపిస్తుంది.

డాల్టన్ సొంతంగా మూలకాలను కలపడం గురించి పరిశోధించాడు. అందులో ఒక కొత్త విషయాన్ని కనుగొన్నాడు. కొన్నిసార్లు రెండు మూలకాలను వేరు వేరు నిష్పత్తులలో కూడా కలపవచ్చు అనే కొత్త విషయాన్ని కనుగొన్నాడు. ఉదాహరణకి 3 గ్రాముల కార్బన్, 4 గ్రాముల ఆక్సిజన్ కలిపితే ఒక వాయువు ఏర్పడితే, 3 గ్రాములు కార్బన్ 8 గ్రాములు ఆక్సిజన్ కలిపితే మరో వాయువు ఏర్పడుతుంది.

నిష్పత్తులైతే వేరు కానీ 8 మాత్రం 4కి రెండింతలు. మొదటి పరిస్థితిలో ఒక కార్బన్ పరమాణువు ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువుతో కలిస్తే రెండో పరిస్థితిలో ఒక కార్బన్ పరమాణువు రెండు ఆక్సిజన్ పరమాణువులతో

కలిసింది. దీనిని గమనించిన డాల్టన్ ఆశ్చర్యపడ్డాడు.

ఈ ఆలోచనే ఇప్పుడు మనకున్న రెండు వాయువుల పేర్లకు మూలస్థంభం లాంటిది. 3 గ్రాముల కార్బన్, 4 గ్రాముల ఆక్సిజన్ కలసి కార్బన్ మోనాక్సైడ్‌ని ఏర్పరిస్తే, 3 గ్రాముల కార్బన్, 8 గ్రాముల ఆక్సిజన్ కలసి కార్బన్‌డయాక్సైడ్‌ని ఏర్పరుస్తుంది. ఆక్సైడ్‌కి ముందున్న మోనో అంటే ఒకటి, డై అంటే రెండని అర్థం.

డాల్టన్ ఇలాంటి ఇతర ఉదాహరణలని కూడా కనుగొన్నాడు. ఉదాహరణకి, ఒక గ్రాము హైడ్రోజన్ 3 గ్రాముల కార్బన్‌తో కలిసి మీథేన్ అనే వాయువుని ఏర్పరుస్తుంది. ఒక గ్రాము హైడ్రోజన్ 6 గ్రాముల కార్బన్‌తో కలిసి ఎథిలీన్ అనే వాయువుని ఏర్పరుస్తుంది. మళ్ళీ మనం గమనిస్తే 6 అనేది 3కి రెండింతలు.

మూలకాలను వేర్వేరు నిష్పత్తులలో కలపవచ్చునని డాల్టన్ ఎప్పుడైతే కనుగొన్నాడో అప్పుడే ఎక్కువ నిష్పత్తులన్నీ తక్కువ నిష్పత్తుల గుణకాలే (మల్టిపుల్స్) నని తేలికగా అర్థం అయ్యింది. అంటే రెండింతలు లేదా మూడింతలు ఇలాగన్నమాట. డాల్టన్ కనుగొన్న ఈ విషయాన్ని "ది లా ఆఫ్ మల్టిపుల్ ప్రొపోర్షన్స్" (బహుళ నిష్పత్తుల నియమం) అని అంటాం. దీనిని డాల్టన్ 1803లో ప్రకటించాడు.

ఒక మూలకంలోని ఒక పరమాణువుని వేరొక మూలకం ఒక్క పరమాణువుతోగానీ లేదా రెండు పరమాణువులతో గానీ లేదా మూడు పరమాణువులతోగానీ కలపగలం అని అనుకుంటే డాల్టన్ కనుగొన్న లా ఆఫ్ మల్టిపుల్ ప్రొపోర్షన్స్ అనేది సమంజసంగా అనిపిస్తుంది. కానీ అర పరమాణువు అని గానీ లేదా రెండున్నర పరమాణువులని గానీ ఎప్పుడూ ఉండదు. మూలకాలను కలిపినప్పుడు అవి వాటి పరమాణు రూపాలలో కలుస్తాయని ఆ పరమాణువులను ఇంకా చిన్న ముక్కలను చేయలేమని నిరూపించడానికి ఇదే చివరి సాక్ష్యం అని డాల్టన్ భావించాడు.

1808లో డాల్టన్ ఒక పుస్తకాన్ని ముద్రించాడు. అందులో పరమాణువుల గురించి తన అభిప్రాయాలను, ఆలోచనలను విపులంగా వివరించాడు. ఈ పుస్తకం వల్లే పరమాణువులు కనుక్కోవడం గురించి, పరమాణు సిద్ధాంతాల (అటామిక్ థీరీ) గురించి డాల్టన్‌కి మంచి పేరొచ్చింది.

అయితే 2000ల సంవత్సరాల క్రితం లియోసిప్పస్, డెమోక్రిటస్‌లు చెప్పిన అభిప్రాయాలనే డాల్టన్ కూడా చెప్పాడు. ఇది మనకు ఆశ్చర్యం కలిగించే విషయమే. అయితే ఆ పాత గ్రీకు తాత్విక వేత్తలకు ఇంత పేరెందుకు రాలేదు? ఇక్కడ ఒక తేడా ఉంది. లియోసిప్పస్, డెమోక్రిటస్‌లు వారి అభిప్రాయాలను మాత్రమే చెప్పారు. వారు ఎటువంటి సాక్ష్యాలను గానీ చూపలేదు. అందుకే ఎవరూ దీనిని నమ్మలేదు.

కానీ డాల్టన్ మాత్రం పరమాణువులు ఉన్నాయని రసాయనిక ప్రయోగాల ద్వారా చాలా సులువుగా చెప్పగలిగాడు. పరమాణువులు బోయిల్ నియమంలో ఎలా పనిచేస్తాయనే విషయాన్ని, ద్రవ్య నిత్యత్వ నియమం, నిర్దిష్ట నిష్పత్తుల నియమం, బహుళ నిష్పత్తుల నియమం వంటి నియమాలకి పరమాణువులు ఎలా ఆధారం అవుతాయో వివరించాడు.

3. పరమాణువుల భారం

వివిధ మూలకాలలో ఉండే పరమాణువుల మధ్య తేడాలు ఏమిటి అని డాల్టన్ ఆలోచించాడు.

లావోయిజర్, ప్రౌస్ట్, డాల్టన్‌లాంటి వాళ్ళు చేసిన ప్రయోగాలలో వేర్వేరు పదార్థాల బరువులు (భారాలు) తూచారు. బహుశా వేర్వేరు పరమాణు భారాలను కూడా తెలుసుకోగలమేమోనని అనిపించింది. బహుశా అప్పుడు వివిధ పరమాణువు భారాలని పోల్చి చూడొచ్చు. ఒక్క పరమాణువునే తీసుకొని దాని బరువు కొలవాలంటే ఎవరూ చేయలేం. ఎందుకంటే చూడాలన్నా లేదా దానితో పనిచేయాలన్నా పరమాణువు చాలా చిన్నది. అయినప్పటికీ వేర్వేరు పరమాణు భారాలను ఒకదానితో ఒకటి పోల్చవచ్చు.

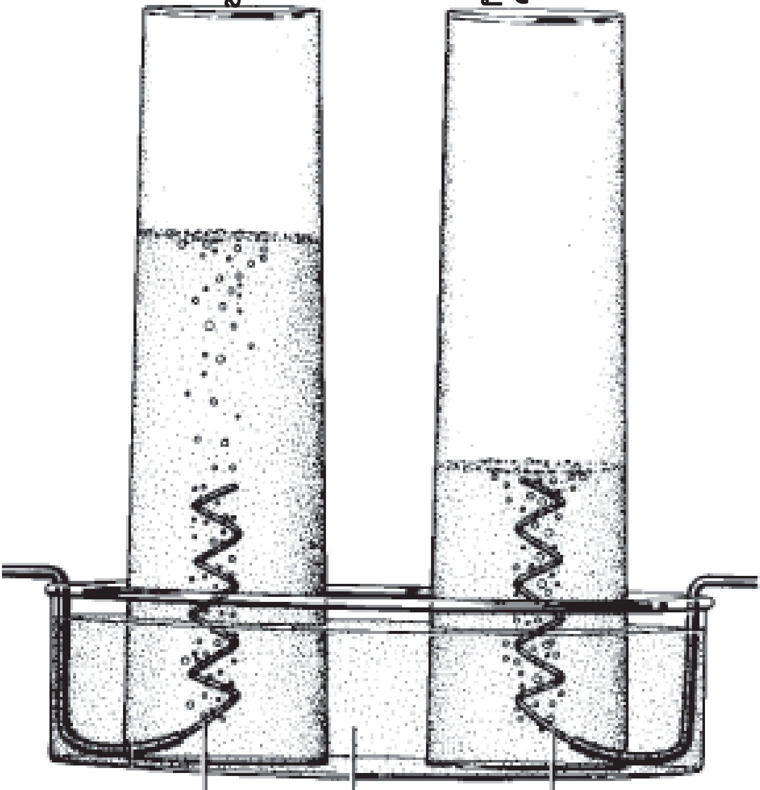
ఉదాహరణకు ఒక గ్రాము హైడ్రోజన్ 8 గ్రాముల ఆక్సిజన్‌తో కలిసి నీటిని ఏర్పరుస్తుంది. నీటిలో అతి సాధారణ పరమాణువుల అమరిక ఉంటుందని అనుకుంటే ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువుతో కలుస్తుంది. అంటే ప్రతి ఆక్సిజన్ పరమాణువు భారం ప్రతి హైడ్రోజన్ పరమాణువు భారం కంటే 8 రెట్లు ఎక్కువ ఉంటుందని దీని నుంచి ఖచ్చితంగా మనకు తెలుస్తుంది. హైడ్రోజన్ పరమాణు భారం ఒకటి అయినట్లయితే ఆక్సిజన్ పరమాణు భారం 8 అవుతుంది. హైడ్రోజన్ పరమాణు భారం మనకు తెలిసినట్లయితే ఆక్సిజన్ పరమాణు భారం మనకు తెలిసిపోయినట్లే.

డాల్టన్ రక రకాల మూలకాలు, వాటి మిశ్రమాల భారాలను పోల్చసాగాడు. హైడ్రోజన్ పరమాణు భారంతో పోల్చినపుడు ఇతర పరమాణువులు ఎంత ఎక్కువ పరమాణు భారాన్ని కలిగి ఉన్నాయో అన్న విషయాన్ని కూడా పరిశీలించాడు. దీనివల్ల అన్ని పరమాణువులకంటే తేలికైన పరమాణువులతో హైడ్రోజన్ ఏర్పడిందని తెలిసింది. అయినప్పటికీ డాల్టన్

ఒక తప్పు చేశాడు. ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువుతో కలసినప్పుడు నీరు ఏర్పడుతుందనే విషయం తప్పు. క్రీ.శ. 1800లో అలెస్సాండ్రో వోల్టా (1745–1827) అనే ఇటలీ శాస్త్రజ్ఞుడు మొట్టమొదటి విద్యుత్ బాటరీని తయారుచేశాడు. ఈ బాటరీ విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని (ఎలెక్ట్రిక్ కరెంట్) ఉత్పత్తి చేసింది. ఈ ప్రవాహం కొన్ని ప్రత్యేక పదార్థాలగుండా ప్రయాణించింది. ఒక సంవత్సరం గడవక ముందే విలియమ్ నికాల్సన్ అనే ఇంగ్లీషు రసాయనిక శాస్త్రవేత్త బాటరీని వోల్టా కనుగొన్నాడని విన్నాడు. ఇతడు సొంతంగా ఒక బాటరీని నిర్మించాడు, నీటి గుండా విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని(కరెంట్) ప్రవహింప చేశాడు.

విద్యుత్ ప్రవాహం నీటిగుండా ప్రవహించినప్పుడు నీరు హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్‌లాగా విడిపోతుందని నికాల్సన్ కనుగొన్నాడు. ఇతడు ఈ రెండు వాయువులను వేర్వేరుగా సేకరించాడు. ఆక్సిజన్ ఉంచడానికి కావలసిన ఘనపరిమాణం కంటే హైడ్రోజన్‌ని ఉంచడానికి రెండింతలు ఘనపరిమాణం కావలసి వచ్చింది.

క్రీ.శ. 1809లో జోసెఫ్ లూయి గే–లుస్సక్ (1778–1850) అనే ఫ్రెంచ్ రసాయనిక శాస్త్రవేత్త వాయువులు ఎప్పుడూ చిన్న పూర్ణాంకాలుగా రాయగలిగే ఘనపరిమాణాల నిష్పత్తులలో కలుస్తాయనే విషయాన్ని కనుగొన్నాడు. నీటిని ఏర్పరచడానికి హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్‌లను కలిపినప్పుడు హైడ్రోజన్ ఘనపరిమాణం ఆక్సిజన్ ఘనపరిమాణానికి రెండింతలు. హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్‌ని ఏర్పరచడానికి హైడ్రోజన్, క్లోరిన్‌లను కలిపినప్పుడు ఈ రెండింటి ఘనపరిమాణాలు సమానంగా ఉన్నాయి. అమ్మోనియాను ఏర్పరచడానికి హైడ్రోజన్, నైట్రోజన్‌లను కలిపినప్పుడు హైడ్రోజన్ ఘనపరిమాణం నైట్రోజన్ ఘనపరిమాణానికి మూడింతలు. దీనినే మనం “ది లా ఆఫ్ కంబైనింగ్ వాల్యూమ్స్” (ఘనపరిమాణాల సంయోగ నియమం) అని అంటాం.



క్రీ.శ. 1811లో అమిడియో యావగాడ్రో (1776–1856) అనే ఇటలీ భౌతిక శాస్త్రవేత్త ఘనపరిమాణాల నిష్పత్తులను కలిపే నియమాన్ని వివరించగలనని అనుకున్నాడు – ఒకే ఘనపరిమాణం గల రక రకాల వాయువులు ఒకే సంఖ్య గల కణాలతో ఏర్పడతాయి. ఈ కణాలు స్వతంత్ర పరమాణువులు అవ్వవచ్చు లేదా పరమాణువుల కలయికతో ఏర్పడిన అణువు అవ్వవచ్చు. దీనినే యావగాడ్రో ప్రతిపాదన (హైపోథీసిస్) అని అంటాం.

ఈ ప్రతిపాదనే నిజమైతే, రెండొంతుల ఘనపరిమాణాల హైడ్రోజన్ ఒక వంతు ఘనపరిమాణం గల ఆక్సిజన్‌తో కలిసిందంటే ఒక నీటి అణువుని

ఏర్పరచడానికి రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువుతో కలుస్తాయన్నమాట. అంతేగాని డాల్టన్ అభిప్రాయపడినట్లు ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువుతో కలవడం లేదు.

అయినప్పటికి నీటిని ఏర్పరచడానికి ఉపయోగించే ఆక్సిజన్ బరువు హైడ్రోజన్ బరువు కంటే 8 రెట్లు ఎక్కువ ఉంది. అంటే దీని ప్రకారం నీటి అణువులోని ఆక్సిజన్ పరమాణు భారం రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువుల భారానికి 8 రెట్లు ఉంటుంది. అంటే ఆక్సిజన్ పరమాణు భారం ఒక్క హైడ్రోజన్ పరమాణు భారానికి 16 రెట్లు ఉంటుంది. హైడ్రోజన్ బరువుని ఒకటి అని అనుకుంటే ఆక్సిజన్ బరువు 16 అయి ఉండాలి.

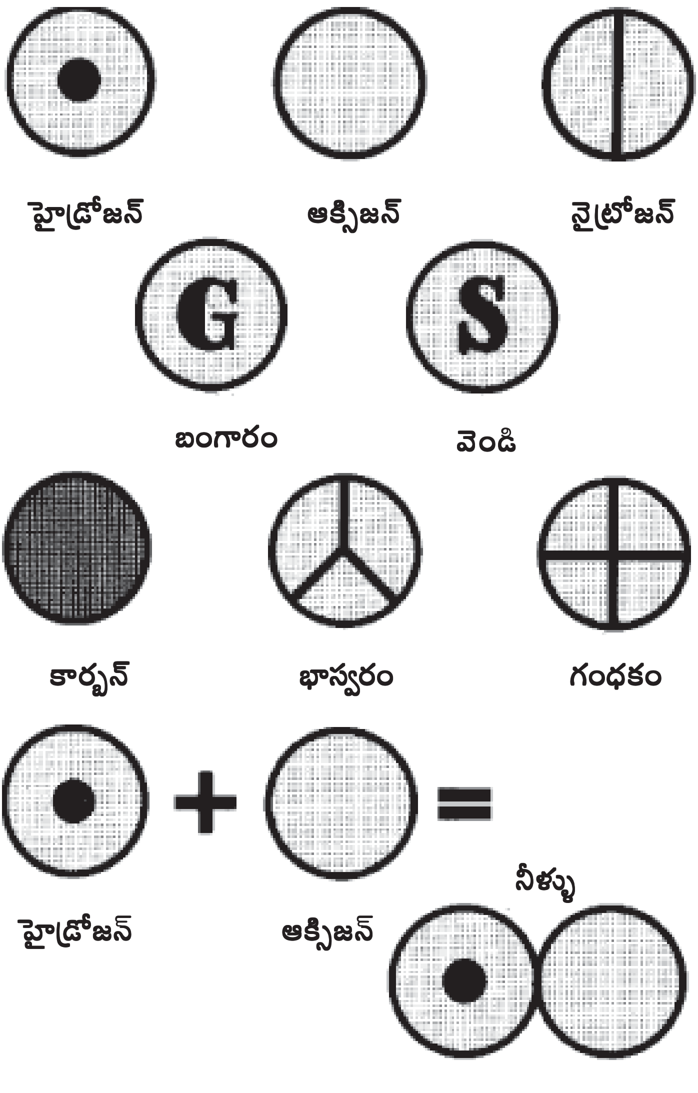
నీటి అణువులో రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు ఉంటాయని రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు ఒప్పుకున్నారు. కాని దాదాపు ఎవ్వరు కూడా యావగాడ్రో ప్రతిపాదనల మీద దృష్టి సారించలేదు. సుమారు 50 సంవత్సరాలపాటు బహుళ నిష్పత్తుల నియమం ఏమి సూచిస్తుందో రసాయనిక శాస్త్రజ్ఞులు అర్థం చేసుకోలేకపోయారు.

క్రీ.శ. 1810 వచ్చేసరికి చాలామంది రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు మూలకాలు, పరమాణువుల గురించి మాట్లాడుకునేవారు. మూలకాలు, అణువుల పేర్లు పెద్దగా ఉండడంతో ఏదైనా సంక్షిప్త పద్ధతిలో సూచించాలని అభిప్రాయపడ్డారు. నీటి అణువులో ఏఏ పరమాణువులున్నాయని ఎప్పుడైనా మాట్లాడాలంటే "రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు, ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువు కలిసి ఒక నీటి అణువుని ఏర్పరుస్తాయి" అని చెప్పాలంటే ఇబ్బందిగా ఉండేది.

పరమాణువులను సూచించడానికి డాల్టన్ చిన్న చిన్న వృత్తాలను ఉపయోగించేవాడు. వేర్వేరు మూలకాల పరమాణువులను వేర్వేరు వృత్తాల ద్వారా సూచించాడు. ఒక మూలకాన్ని ఒక ఖాళీ వృత్తం చేత ఇంకొకటి పూర్తిగా నలుపు వృత్తం, ఇంకొకటి ఒక వృత్తం దానిలో ఒక చుక్క ఇలా రక

రకాల అమరికలు ఉపయోగించి డాల్టన్ పరమాణువులను సూచించాడు. కాంపౌండ్స్‌లో రక రకాల పరమాణువులు ఎలా కలుస్తాయి అనేదానికి రక రకాల వృత్తాలను ఒక దగ్గర పెట్టేవాడు. ఇది ఒక సంకేతం (కోడ్)లా ఉండేది, కానీ ఈ పద్ధతిలో ఎక్కువ మూలకాలు గానీ, ఎక్కువ కాంపౌండ్స్‌ని

వివిధ మూలకాలకు డాల్టన్ సంకేతాలు



గానీ సూచించాలంటే చాలా కష్టం అయ్యేది.

క్రీ.శ. 1813లో జాన్స్ జాకబ్ బెర్జీలియస్ (1779-1848) అనే స్వీడన్ రసాయన శాస్త్రజ్ఞుడికి ఒక మంచి ఆలోచన వచ్చింది. ప్రతి మూలకాన్నీ లాటిన్ భాషలో వాటి పేరులోని మొదటి అక్షరంతో సూచించవచ్చు అని ఆలోచించాడు. రెండు మూలకాలు ఒకే అక్షరంతో ప్రారంభమైతే రెండో అక్షరాన్ని కూడా ఉపయోగించేవాడు. ఈ అక్షరాలే మూలకాలకూ, మూలకంలోని ఒక పరమాణువుకి రసాయనిక గుర్తులుగా మిగిలాయి.

ఇలా అయితే ఆక్సిజన్‌ని O చేత, నైట్రోజన్‌ని- N, కార్బన్‌ని- C, హైడ్రోజన్‌ని-H, క్లోరిన్‌ని-Cl, సల్ఫర్-S, ఫాస్ఫరస్‌ని- P చేత ఇలా ప్రతి మూలకాన్ని సూచించవచ్చు. కాని ఇంగ్లీషు భాషలోని పేర్లతో లాటిన్ భాషలోని పేర్లను పోలిస్తే ఇవి వేర్వేరుగా ఉన్నప్పుడు ఈ రసాయనిక గుర్తు తేలికగా అర్థం అయ్యేది కాదు. ఉదాహరణకి బంగారాన్ని లాటిన్ భాషలో ఆరమ్ అని అంటారు కాబట్టి దీనికి రసాయనిక గుర్తు "Au".

రక రకాల పదార్థాల అణువులను బెర్జీలియస్ పద్ధతి ఉపయోగించి చాలా తేలికగా రాయవచ్చు. ఉదాహరణకి ఒక్క హైడ్రోజన్ పరమాణువుని H తో సూచిస్తే, హైడ్రోజన్ వాయువు అణువుల ద్వారా ఏర్పడి, ప్రతి అణువు రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులతో ఏర్పడుతుంది అంటే ఈ అణువుని H_2 అని రాయవచ్చు. ఈ విధంగా ఆక్సిజన్‌ని O_2 అని నైట్రోజన్‌ని N_2 అని క్లోరిన్ అణువుని Cl_2 అని రాయవచ్చు.

ఈ పద్ధతిలో రక రకాల పరమాణువులతో ఏర్పడిన అణువులను కూడా చాలా తేలికగా రాయవచ్చు. రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు, ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువు కలసి నీటిని ఏర్పరుస్తాయి అన్న దానిని H_2O అని రాయవచ్చు. అలాగే కార్బన్ డైయాక్సైడ్‌ని CO_2 అని కార్బన్ మోనాక్సైడ్‌ని CO అని రాయవచ్చు.

ఒక ప్రత్యేకమైన కాంపౌండ్ ఏర్పడడానికి కలిసే వేర్వేరు మూలకాల

ఖచ్చితమైన బరువులను కొలవడానికి ప్రౌస్ట్ లాగే బెర్జీలియస్ చాలా సంవత్సరాలు కృషి చేశాడు. కానీ ప్రౌస్ట్ కంటే బెర్జీలియస్ చాలా ఎక్కువ కాంపౌండ్‌లను పరీక్షించాడు కాబట్టే ఎక్కువ శాతం ఖచ్చితంగా కొలవగలిగాడు.

రక రకాల మూలకాల పరమాణు భారాలను తెలుసుకోవడానికి బెర్జీలియస్ తాను కొలిచిన బరువులను ఉపయోగించాడు. క్రీ.శ. 1828లో ఇతడు పరమాణు భారాలు అనే పట్టికను ముద్రించాడు. బెర్జీలియస్ పట్టికలో చాలామటుకు విలువలు ఖచ్చితంగా ఉన్నాయి. కానీ సమాన ఘనపరిమాణం గల వాయువులు సమాన సంఖ్యలోని కణాలను కలిగి ఉంటాయి అనే యావగాడ్రో నియమం మీద దురదృష్టవశాత్తు ఇతడు దృష్టి సారించలేదు. ఈ కారణం వల్లే కొన్ని సందర్భాలలో పరమాణు భారాల విలువలు కొంచెం పక్కదారి పట్టాయి. రెండు లేదా మూడు మూలకాల పరమాణు భారాల విలువలు పూర్తిగా తప్పు అయ్యాయి.

తరువాత చాలా కాలం కొన్ని మూలకాలకు వేర్వేరు రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు వేర్వేరు పరమాణు భారాలుంటాయని చెప్పారు. కొంతమంది హైడ్రోజన్ పరమాణువుకి, హైడ్రోజన్ అణువులకి మధ్య, ఇటువంటివే ఇతర సందర్భాలలో గందరగోళపడ్డారు.

క్రీ.శ. 1850 వచ్చేసరికి రక రకాల అణువుల నిర్మాణాల గురించి, వాటి సూత్రాలని ఎలా రాయవచ్చు అనేదాని గురించి ఎన్నో వాదనలు తలెత్తాయి. అసలు మొత్తం పరమాణువులు అన్న ఆలోచనే తుడిచిపెట్టుకు పోయినట్లు అనిపించింది. అటామిసమ్ అనేది అసలు ఇంత సంక్లిష్టమైతే అది అసలు నిజమే కాదేమో!

మొత్తం యూరప్‌లో ఉన్న రసాయన శాస్త్రజ్ఞులందరినీ ఒక దగ్గర చేర్చి చర్చించుకోమంటే బాగుంటుందని ఫ్రెడ్రిక్ ఆగస్ట్ కెకులే (1829–1896) అనే జర్మనీ రసాయన శాస్త్రజ్ఞుడికి ఆలోచన వచ్చింది. ఈ

ఆలోచన వల్లే 1860లో మొదటి అంతర్జాతీయ రసాయన శాస్త్రజ్ఞుల సభ జర్మనీలో కార్ల్స్రూహె అనే పట్టణంలో జరిగింది. ఇదే మొదటి అంతర్జాతీయ శాస్త్రజ్ఞుల కలయిక. దీనికి జర్మనీ, ఫ్రాన్స్, గ్రేట్ బ్రిటన్, రష్యా, ఇటలీ ఇంకా మరి కొన్ని దేశాల నుంచి 140 మంది రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు హాజరయ్యారు.

దీనికి హాజరైన వారిలో స్టానిస్లో కన్నిజ్జారో (1826–1910) అనే ఇటలీ రసాయన శాస్త్రజ్ఞుడికి యావగాడ్రో నియమం గురించి బాగా తెలుసు. యావగాడ్రో నియమంపై రసాయన శాస్త్రజ్ఞులను ఒప్పిస్తే అది ఎంతో ప్రయోజనకరంగా ఉంటుందని అతడు భావించాడు.

ఇతడు తన ఆలోచనలన్నింటినీ బాగా అర్థం అయ్యేటట్లు ఒక చిన్న పుస్తకరూపంలో రాసి వివరించాడు. ఇతడు యావగాడ్రో నియమం గురించి ఆ సభలో బాగా బలమైన వాదనలను వినిపించి తన పుస్తకాన్ని రసాయన శాస్త్రజ్ఞులందరికీ అందించాడు. అలాగే అందులోని కొంతమంది ముఖ్యమైన రసాయన శాస్త్రజ్ఞులను వ్యక్తిగతంగా కలిసి అన్ని విషయాలను చాలా జాగ్రత్తగా వివరించాడు.

ఇతడి ప్రయత్నం, కృషి ఫలించాయి. యావగాడ్రో నియమాన్ని రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు అర్థం చేసుకోవటంతో అంతకు ముందున్న అనుమానాలన్నీ తొలగి పోవటం మొదలైంది. జీన్ సెర్వియాస్ స్టాస్ (1813–1891) అనే అతడు బెర్జీలియస్ కంటే ఇంకా జాగ్రత్తగా పరమాణు భారాల పట్టికని తయారు చేయడం ప్రారంభించాడు. ఇతడు ఎంతో జాగ్రత్తగా గమనించి ఆక్సిజన్ పరమాణువు హైడ్రోజన్ పరమాణువు కంటే ఖచ్చితంగా 16 రెట్లు ఉండదని నిరూపించాడు. 16 రెట్లు కంటే కొంచెం తక్కువే ఉంటుందని నిరూపించాడు. హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఒకటి అయితే ఆక్సిజన్ పరమాణువు 15.88.

హైడ్రోజన్ పరమాణువు కంటే ఆక్సిజన్ పరమాణువు ఎక్కువ

మూలకాలతో కలవ గలిగింది. అందుకే స్టాస్ ఆక్సిజన్‌తోనే చాలా ప్రయోగాలు చేశాడు. ఆక్సిజన్ పరమాణు భారం ఒక పూర్ణాంకం అయితే ఇతడికి వేర్వేరు లెక్కలు కట్టడానికి బాగా సులువుగా ఉంటుందని ఆక్సిజన్ పరమాణువు భారాన్ని 16 అని తీసుకున్నాడు. ఇలా అయితే హైడ్రోజన్ పరమాణు భారం ఒకటికి బదులు 1.008 అవుతుంది. ఈ పద్ధతిని సుమారు 100 సంవత్సరాలు ఉపయోగించారు.

కన్నిజ్జారో సమావేశంలో యావగాడ్రో సిద్ధాంతాన్ని వివరించిన తరువాత స్టాస్ దీనిని బాగా అవగతం చేసుకున్నాడు. దీనిని ఆధారంగా చేసుకొని స్టాస్ తన పరమాణు భారాల పట్టికను తయారు చేశాడు. 1865 వచ్చేసరికి ఆ విలువలతో కూడిన మొదటి కొత్త పరమాణుభారాల పట్టికను ప్రజలకు అందించాడు. ఆ సమయంలో అతడు ప్రవేశపెట్టిన అంకెలకి చాలా కొద్ది సవరణలు జరిగాయి.

4. పరమాణువుల అమరిక

పరమాణు భారాలు అనే సమస్య తీరి కొంచెం గట్టెక్కినట్లే ఉంది. కాని పరమాణువులకి సంబంధించి ఇదొక్కటే సమస్య కాదు కదా?

1800లలో పరిశోధించిన చాలా కాంపౌండ్స్ కొన్ని పరమాణువులతో కూడిన సాధారణ అణువులతో ఏర్పడినవే. ఏఏ రకాల పరమాణువులున్నాయి, ఎన్ని పరమాణువులున్నాయి అనేది తెలుసుకోవడానికి ఈ పరిశోధన సరిపోతుంది.

కొన్ని సందర్భాలలో ఎన్ని పరమాణువులున్నాయి అని చెప్పినంత మాత్రాన సరిపోదు. 1824లో జస్టస్ వాన్ లీబిగ్ (1803–1873), ఫ్రెడిరిక్ వోలర్ (1800–1882) అనే ఇద్దరు రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు రెండు వేర్వేరు కాంపౌండ్స్‌ని పరిశోధించి మూలకంలోని చాలా పరమాణువులని కనుగొన్నారు. అయితే వారి ఫలితాలను వెల్లడించిన తరువాత రెండు కాంపౌండ్స్ ఒకే సూత్రాన్ని కలిగి ఉన్నట్లు తెలిసింది. ఈ రెండు కాంపౌండ్స్‌లోని అణువులు కూడా ఒకే రకమైన మూలకాలను ఒకే నిష్పత్తిలో కలిగి ఉన్నాయి. అయినప్పటికీ ఆ రెండూ వేర్వేరు కాంపౌండ్స్, వేర్వేరు ధర్మాలను కలిగి ఉన్నాయి.

బెర్జీలియస్ తన కాలంలో గొప్ప ప్రభావం చూపిన రసాయన శాస్త్రజ్ఞులలో ప్రథముడు. ఆ ఇద్దరు రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు చేసిన ప్రయోగాలను మళ్ళీ చేసి చివరికి ఇద్దరు వెల్లడించిన విషయాలు సరైనవే అని నిర్ధారించాడు. అవి ఒకే రకమైన మూలకాలతో ఒకే నిష్పత్తిలో ఏర్పరచిన రెండు కాంపౌండ్స్. బెర్జీలియస్ వీటిని "ఐసోమెర్స్" అని పిలిచాడు. ఐసోమెర్స్ అంటే గ్రీకు భాషలో సమాన నిష్పత్తులని అర్థం.

తదనంతరం మరిన్ని ఐసోమెర్‌లని కూడా కనుగొన్నారు. వీటిలో ఇంచుమించు ప్రతి దానిలో వాటి అణువులలో కార్బన్ పరమాణువు ఉండేది.

జీవులన్నీ వాటి అణువులలో కార్బన్ పరమాణువులను కలిగి ఉంటాయి. అందుకే ఇది ప్రత్యేకంగా ప్రాముఖ్యతను సంతరించుకుంది. ఈ కారణం వల్లే కార్బన్ పరమాణువులున్న జంతువుల అణువులను ఆర్గానిక్ కాంపౌండ్స్ (కర్బన రసాయన సంయోగాలు) అని బెర్జీలియస్ ప్రకటించాడు.

ఆర్గానిక్ కాంపౌండ్స్ నిర్మాణాల సూత్రాలు రాను రాను కష్టతరంగా మారాయి. కార్బన్ పరమాణువులు లేని అణువులు (ఇనార్గానిక్ కాంపౌండ్స్) చాలా వరకు చిన్నవిగా ఉంటాయి. అందుకే వాటి నిర్మాణాలను తెలుసుకోవడం సులువైంది. కానీ కర్బన్ రసాయన సంయోగాలు మాత్రం చాలా పరమాణువులున్న పెద్ద అణువులతో ఏర్పడ్డాయి. పెద్ద ఆర్గానిక్ అణువులలో ఎన్ని రకాల పరమాణువులు, ఎన్ని పరమాణువులుంటాయి అనే విషయంలో రసాయన శాస్త్రజ్ఞులకు ఎన్నో ప్రశ్నలు తలెత్తసాగాయి. కొన్ని అంకెలతో కూడిన నిర్మాణాలను వెల్లడించినప్పటికీ ఒకే రకమైన అంకెల కలయిక వేర్వేరు ఐసోమెర్‌లని సూచించవచ్చు అనే విషయాన్ని కనుగొన్నారు. ఉదాహరణకి C_2H_2O పలు ఐసోమర్లని సూచించవచ్చు.

ఒక అణువులో ఎన్ని పరమాణువులున్నాయో చెప్పడానికి ఇది కచ్చితంగా సరిపోదు. ఆ పరమాణువులు ఖచ్చితంగా ఒక ప్రత్యేకమైన పద్ధతిలో అమరి ఉండాలి. అంటే ఒకే రకమైన, ఒకే సంఖ్యలోని పరమాణువులు రెండు వేర్వేరు అణువుల మధ్య తేడాను వివరిస్తుంది.

కానీ పరమాణువులు, అణువులు కూడా చూడటానికి చాలా చిన్నవి. ఇలాంటి పరిస్థితులలో అణువులలోని పరమాణువులు ఏరకంగా అమరి ఉన్నాయో తెలుసుకోవడానికి రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు ఏవిధంగా పరిశోధించాలి?

దీనికోసం మొదట ఎడ్వర్డ్ ఫ్రాంక్లెండ్ (1825–1899) అనే ఇంగ్లీషు రసాయన శాస్త్రజ్ఞుడు తన ప్రయత్నాన్ని మొదలుపెట్టాడు. ఇతడు ఆర్గానిక్ అణువులను కొన్ని లోహాలతో కలిపాడు. ఒక ప్రత్యేకమైన లోహపు

పరమాణువు ఎప్పుడూ ఒక ప్రత్యేకమైన అణువుల సంఖ్యతో కలిసేది అన్న విషయాన్ని ఇతడు గమనించాడు.

ప్రతి రకమైన పరమాణువుకి ఒక ప్రత్యేకమైన సంఖ్యలో ఉన్న ఇతర పరమాణువులకంటే ఎక్కువ పరమాణువులతో కలిసే శక్తి ఉండదు అని 1852లో ఇతడు సూచించాడు. ప్రతి పరమాణువు ఒక ప్రత్యేకమైన వేలన్సీని కలిగి ఉంటుంది. వేలన్సీ అంటే లాటిన్‌భాషలో శక్తి (పవర్) అని అర్థం.

ఉదాహరణకి హైడ్రోజన్ వేలన్సీ ఒకటి. అంటే ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఒకే ఒక్క మరేదైనా పరమాణువుతో కలవగలదు. ఆక్సిజన్ వేలన్సీ రెండు. అంటే ఇది రెండు ఇతర పరమాణువులతో కలవగలదు. నైట్రోజన్ వేలన్సీ-3, కార్బన్ వేలన్సీ-4, ఇలాగే ప్రతి పరమాణువు ఒక వేలన్సీని కలిగి ఉంటుంది.

1858లో ఆర్కిబాల్డ్ స్కాట్ కూపర్ (1831-1892) అనే స్కాటిష్ రసాయన శాస్త్రజ్ఞుడు ఒక అణువులోని పరమాణువులన్నీ కొన్ని 'బంధాల'తో కలబడి ఉన్నట్లు ఊహించుకున్నాడు. ఉదాహరణకి హైడ్రోజన్ వేలన్సీ ఒకటి అంటే హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఒక బంధాన్ని కలిగి ఉంటుంది దీనిని H- అని రాయవచ్చు.

పరమాణువులని బంధాలతో కలపడం ద్వారా మనం అణువులను ఏర్పరచవచ్చు. ఒక హైడ్రోజన్ అణువు దాని ఒక బంధం ద్వారా వేరే పరమాణువుని పట్టుకుంటుంది. కొన్ని సందర్భాలలో రెండు పరమాణువులు కలవడానికి ఒకటి కంటే ఎక్కువ బంధాలు కూడా ఉపయోగపడవచ్చు.

కొన్నిసార్లు బంధాలలో కొన్ని ఉపయోగించబడకుండా ఉండిపోతాయి. ఉదాహరణకి కార్బన్ మోనాక్సైడ్ (CO దీనిని C=O అని రాయవచ్చు)ని తీసుకుందాం. దీనిని పరిశీలించినట్లయితే ఆక్సిజన్ పరమాణువుకి ఉన్న రెండు బంధాలు ఉపయోగపడ్డాయి, కానీ కార్బన్ పరమాణువుకి నాలుగు బంధాలు ఉంటాయి. ఇందులో రెండు ఉపయోగించుకోబడలేదు. కార్బన్

మోనాక్సైడ్ ఆక్సిజన్‌తో కలిసినప్పుడు చాలా సులువుగా మండి కార్బన్‌లో మిగిలి ఉన్న రెండు బంధాలు ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువుతో కలిసి కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌గా మారుతుంది.

పరమాణువులని బంధాలతో కలిపి అణువులని నిర్మించే పద్ధతి చిన్న ఇనార్గానిక్ అణువులకి చక్కగా సరిపోయింది. కాని సంక్లిష్టమైన ఆర్గానిక్ అణువుల విషయంలో పరిస్థితి ఇంకా అయోమయంగానే ఉంది.

ఆర్గానిక్ కాంపౌండ్స్‌కి వేలన్సీ సిద్ధాంతాన్ని వర్తింప చేయడానికి కెకులే చాలా కృషి చేశాడు. ఇతడు 1858లో తన ఫలితాలను వెల్లడించాడు. ప్రతి కార్బన్ పరమాణువుకి నాలుగు బంధాలుంటాయి అనే విషయం మీద దృష్టి కేంద్రీకరించి అంతవరకు అర్థంకాని ఎన్నో అణువుల నిర్మాణ రహస్యాన్ని ఇతడు తేలికగా ఛేదించాడు.

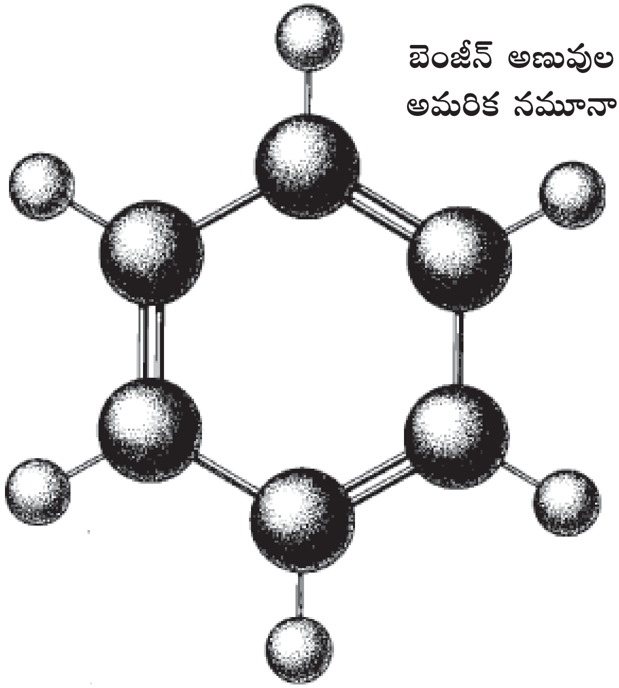
ఇతడు చేస్తున్నది సరైనదే అని నిర్ధారించడానికి ఇతడు ఉపయోగించిన ప్రతి మూలకం పరమాణు భారం ఖచ్చితంగా తెలుసుకోవడం అవసరం. మొదటి అంతర్జాతీయ రసాయన శాస్త్రజ్ఞుల సభను ఇతడు ఏర్పాటు చేయడానికి ఇది ఒక కారణం. పరమాణుభారాలు ఖచ్చితంగా ఉన్నాయని కన్నిజ్జారో నిర్ధారించడంతో సరైన దారిలోనే వెళ్ళినట్లు కెకులే నిర్ధారించుకున్నాడు. ఉదాహరణకి అసిటిక్ ఆమ్లం అణువుకి, వెనిగర్‌కి దాని పులుపు రుచిని ఇచ్చేది $C_2H_4O_2$.

తన పద్ధతిని కెకులే ప్రకటించటంతో ఆర్గానిక్ కాంపౌండ్స్‌కి సంబంధించిన ఎన్నో సమస్యలు త్వరితంగా తీరిపోసాగాయి. అయినప్పటికీ ఒక సాధారణ కాంపౌండ్ మాత్రం చిక్కుముడి లాగే మిగిలిపోయింది. అదే బెంజీన్ పరమాణువుల అమరిక. బెంజీన్ సూత్రం C_6H_6. బెంజీన్ ధర్మాన్ని కలిగే అణువుని తయారుచేయాలంటే కెకులే పద్ధతిలో 6 కార్బన్ పరమాణువులు, 6 హైడ్రోజన్ పరమాణువులు కలిసే మార్గమే కనిపించడం లేదు. కెకులే ఈ సమస్య గురించి చాలా తీవ్రంగా ఆలోచించాడు, కానీ

లాభం లేకపోయింది.

1865లో ఒకరోజు ఇతడు గుర్రపు బండిమీద వెళ్తున్నప్పుడు తనకు తెలియకుండానే కొద్దిగా నిద్రలోకి జారుకున్నాడు. సగం నిద్రలో ఉండగా కొన్ని కార్బన్ పరమాణువుల గొలుసు ఒకటి తనని వేగంగా దాటినట్లు అనిపించింది. హఠాత్తుగా ఆ కార్బన్ పరమాణువుల గొలుసు చివరిభాగం గొలుసు యొక్క ముందుభాగానికి అతుక్కుని ఒక పరమాణువుల వలయాన్ని ఏర్పరిచినట్లు అనిపించింది. కెకులే వెంటనే నిద్రలోనుంచి లేచి ఆ ప్రశ్నకు జవాబు తెలిసిందని అనుకున్నాడు.

బెంజీన్ సూత్రం ఒక షట్కోణంలా కనిపిస్తుంది.



బెంజీన్ అణువుల అమరిక నమూనా

1874లో జాకొబస్ హెన్రికస్ వాంట్ హాఫ్ అనే డచ్ రసాయన శాస్త్రజ్ఞుడు కార్బన్ పరమాణువు బంధాల కేవలం కాగితంమీద గీసి

సరిపెట్టుకోకుండా, పొడవు, ఎత్తు, వెడల్పు అనే మూడు పరిమాణాలు గల త్రిమితీయ ప్రపంచంలో కార్బన్ అణువు బంధాలు ఎలా ఉంటాయి అనే విషయాన్ని వర్ణించాడు. అప్పటినుంచి మూడు పరిమాణాలు గల అణు నమూనాలని నిర్మించడం మొదలయ్యింది. ఆ నమూనాలలో ప్రతి పరమాణువు నియత స్థానం కచ్చితంగా కనిపిస్తుంది, ప్రతి బంధం దిశ స్పష్టంగా కనిపిస్తుంది.

5. పరమాణువుల నిజస్వరూపం

1800ల చివరికి పరమాణు సిద్ధాంతాలు వాటికి ఎదురయ్యే సవాళ్ళు అన్నిటిని జయించినట్లే అయ్యింది. ఎన్నో కొత్త అణువుల నిర్మాణాన్ని వివరంగా తెలుసుకున్నారు. ఎన్నో సంక్లిష్టమైన ఆర్గానిక్ అణువుల నిర్మాణ రహస్యాలను కూడా ఛేదించారు.

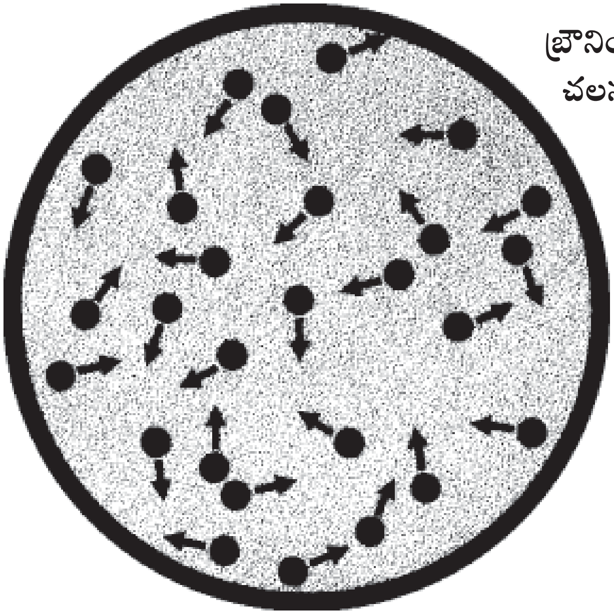
రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు ప్రకృతిలో ఏర్పడని అణువులని కేకులే పద్ధతిలో ఎలా నిర్మించాలో ఆలోచించసాగారు. వీటిని సంయోజిత (సింథటిక్) అణువులని అంటారు. వాటిని కొన్నిసార్లు అద్దకాలుగా, పరిమళాలుగా, మందులుగా కూడా ఉపయోగిస్తారు.

కానీ ఇప్పటికీ ఒక పరమాణువుని గానీ లేదా ఒక అణువును గానీ ఎవ్వరూ చూడలేకపోయారు. రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు కనుక్కున్న విషయాలని వివరించడానికి పరమాణువులు కేవలం సైద్ధాంతిక సాధనాలుగానే మిగిలిపోయాయి.

పరమాణువులు, అణువులు ఉన్నాయనే భావన చాలా సౌకర్యంగా ఉంటుంది. కాని అవి నిజంగా ఎలా ఉంటాయి, ఎంత పరిమాణంలో ఉంటాయి, ఎంత బరువును కలిగి ఉంటాయి, ఏ ఆకారంలో ఉంటాయి ఇలాంటి విషయాలు ఎవరికీ తెలియలేదు. వాంట్ హాఫ్‌కి మంచి స్నేహితుడైన ఫ్రెడరిక్ విల్హెల్మ్ ఆస్ట్వాల్డ్ (1853–1932) అనే రష్యన్–జర్మన్ రసాయన శాస్త్రజ్ఞుడు ఉన్నాడు. పరమాణువులు అనే భావనకి మరీ అంత ప్రాముఖ్యత నివ్వాల్సిన అవసరంలేదని ఇతడి అభిప్రాయం. ఆ భావన వీలుగా ఉంటుందే తప్ప అంతకన్నా మరేమీ లేదన్నాడు. తన మిత్రుడు వాంట్ హాఫ్ అణువుల నమూనాలని తయారుచేసి చూపిస్తున్నా ఆస్ట్వాల్డ్ మాత్రం అవన్నీ వట్టి కల్పితాలని కొట్టిపారేసేవాడు. ప్రత్యక్ష సాక్ష్యం చూపిస్తేగాని నమ్మనన్నాడు. మరి పరమాణువులు ఉన్నాయని ఆస్ట్వాల్డ్‌ని ఒప్పించేదెలా?

1827లో రాబర్ట్ బ్రౌన్ (1773–1858) అనే స్కాటిష్ వృక్ష శాస్త్రజ్ఞుడు పువ్వులనుండి రాలే పుప్పొడి కణాలు నీటిమీద తేలుతుండగా వాటిని సూక్ష్మదర్శినిని ఉపయోగించి చూశాడు. ఆ పుప్పొడి కణాలు సంచలనంగా అటు ఇటు కదలడం గమనించాడు. ఈ కణాలు మొక్కలు లేదా పువ్వుల నుండి వచ్చినవి కాబట్టి వీటిలో చాలా చిన్న జీవం ఉంటుంది. కాబట్టి బ్రౌన్ ఈ జీవం వల్లే ఈ చిన్న కణాలు అటూ ఇటూ కదులుతున్నాయని అనుకున్నాడు.

బ్రౌన్ ఇదే ప్రయోగాన్ని జీవంలేని చిన్న చిన్న అద్దకం(డై) కణాలతో చేసి చూశాడు. ఇవి కూడా అలాగే అటు ఇటు కదలసాగాయి. ఈ చలనాన్ని బ్రౌనియన్ చలనం (బ్రౌనియన్ మోషన్) అని అంటారు. సుమారు 30 సంవత్సరాలు దీనిని ఎలా వివరించాలో ఎవరికీ తెలియలేదు.


బ్రౌనియన్ చలనం

1860లో జేమ్స్ క్లెర్క్ మాక్స్‌వెల్ (1831–1879) అనే స్కాటిష్ గణిత శాస్త్రజ్ఞుడు వాయువుల ధర్మాలు, ప్రవర్తనను పరిశోధించాడు.

వాయువులు అణువుల వల్ల, పరమాణువుల వల్ల ఏర్పడడమే కాకుండా, ఆ అణువులు నిరంతరం సంచలనంగా కదులుతుంటాయని, ఆ కదలికలో అవి ఒకదాన్నొకటి పదే పదే ఢీ కొంటూ ఉంటాయని అతడు భావించాడు. అంతేకాక ఉష్ణోగ్రత పెరుగుతున్న కొద్దీ వాయుకణాల వేగం ఇంకా ఎక్కువ అవుతుందని కూడా అతడు సిద్ధాంతీకరించాడు.

నీరులాంటి ద్రవ పదార్థాలలో కూడా ఎప్పుడూ అణువులు కదులుతూ ఒకదాన్నొకటి ఢీకొంటాయి కానీ వాయువులలో జరిగినంత తేలికగా జరగదు.

ఒక వస్తువు నీటితో చుట్టుముట్టి ఉన్నప్పుడు, నీటిలోని అణువులు ఆ వస్తువుని నిరంతరం ఢీ కొంటూ ఉంటాయి. వస్తువుకి ఇరు పక్కల నీటి అణువులు ఒకే తీవ్రతతో ఢీ కొనడం వల్ల రెండు ప్రభావాలు ఒకదాంతో ఒకటి సరితూగుతాయి. ఒకవైపు కన్నా మరోవైపు నుంచి తగిలే అభిఘాతాలు కాస్త ఎక్కువగా ఉన్నా, మొత్తంలో ఆ తేడా ఎంత తక్కువగా ఉంటుందంటే, పెద్ద వస్తువు విషయంలో అయితే అంతగా తేడా కనిపించదు.

కాని ఒక పెద్ద వస్తువుకి బదులుగా ఒక చిన్న పదార్థం నీటిలో ఉందని అనుకుందాం. ఒక పక్క కన్నా మరో పక్క కాసిన్ని ఎక్కువ నీటి అణువులు ఆ కణాన్ని ఢీ కొన్నాయి అనుకుందాం. కణం చాలా చిన్నది కాబట్టి తాకిడిలో ఆ కాస్త తేడాకే కణం మీద పెద్ద అభిఘాతం తగిలినట్లు అవుతుంది.

అలా నీటి అణువుల కుదుపులకి నీటిలోని కణం అటు ఇటు గిరికీలు కొడుతూ ఉంటుంది.

ఈ చిన్న కణం, అణువుల అభిఘాతాలకు అనుగుణంగా నిరంతరం స్పందిస్తూ కదులుతూ ఉంటుంది. ఇదే బ్రౌనియన్ చలనానికి కారణం.

1905లో ఆల్బర్ట్ ఐన్‌స్టీన్ (1879–1955) అనే జర్మన్ గణిత శాస్త్రజ్ఞుడు బ్రౌనియన్ చలనంలో కణాలు తిరగడం అనే సమస్య గురించి ఆలోచించాడు. కణం చిన్నది అవుతున్నకొద్దీ చుట్టూ ఉన్న నీటి అణువులు

దాన్ని మరింత తేలికగా నెట్టివేయ గలుగుతాయని అనిపించింది. కాబట్టి అలాంటి కణం నిర్ణీత కాలంలో ఆరంభస్థితి నుండి మరింత దూరానికి నెట్టివేయబడుతుంది. అలాగే నీటి అణువుల ఉష్ణోగ్రత ఎక్కువ అయినప్పుడు కూడా కణం మరింత బలంగా నెట్టబడుతుంది. ఐన్‌స్టీన్ ఒక క్లిష్టమైన గణిత సూత్రాన్ని కనుగొన్నాడు. ఈ సూత్రంలో ఆ కణం పరిమాణం, నీటి అణువు పరిమాణం, కొంత నిర్ధిష్ట సమయంలో ఆ కణం ప్రయాణించిన దూరం – ఇలాంటివి ఇమిడి ఉన్నాయి. ఈ గణిత సూత్రంలో నీటి అణువు పరిమాణం తప్ప మిగిలిన వాటి విలువలన్నీ తెలిస్తే నీటి అణువు పరిమాణాన్ని లెక్క కట్టవచ్చు.

1908లో జాన్ బాప్టిస్ట్ పెర్రిన్ (1877–1942) అనే ఫ్రెంచ్ శాస్త్రజ్ఞుడు ఈ సమస్యను సాధించగలిగాడు. ఇతడు చిన్న కణాలను నీరు ఉండే పాత్రలో వేశాడు. గురుత్వాకర్షణ శక్తి ఈ కణాలను నీటి అడుగు భాగానికి లాగుతుంది. కానీ బ్రౌనియన్ చలనం పైకి నెడుతుంది.

ఐన్‌స్టీన్ గణిత సూత్రం ప్రకారం నీటి అడుగుభాగం నుండి కణాలు పైకి నెట్టబడితే నీటిలో ఉండే కణాలు కొంత మొత్తంలో తగ్గుతూ ఉంటాయి. నీటి అడుగు భాగం నుండి బ్రౌనియన్ చలనం ద్వారా రక రకాల ఎత్తులకు (పైకి) నెట్టబడిన కణాలను లెక్కించాడు. ఐన్‌స్టీన్ గణిత సూత్రంలో ఒక నీటి అణువు పరిమాణం తప్పించి మిగిలిన అన్నింటికీ వాటి విలువలను లెక్కించ గలిగాడు. అంటే నీటి అణువు పరిమాణాన్ని లెక్కించ గలిగాడన్నమాట. నీటి అణువు పరిమాణం, అందులో ఉన్న పరమాణువుల పరిమాణం ఆ విధంగా మొట్టమొదట నిర్ణయించారు. ఒక పరమాణువు ఒక సెంటీమీటర్‌లో 1/10,00,00,000 వ వంతు ఉంటుందని తెలిసింది. అంటే 10 కోట్ల పరమాణువులని పక్క పక్కన పెడితే ఆ మాల పొడవు ఒక సెంటీమీటర్ ఉంటుందన్నమాట.

దీని ప్రకారం ఒక లీటర్ నీటిలో

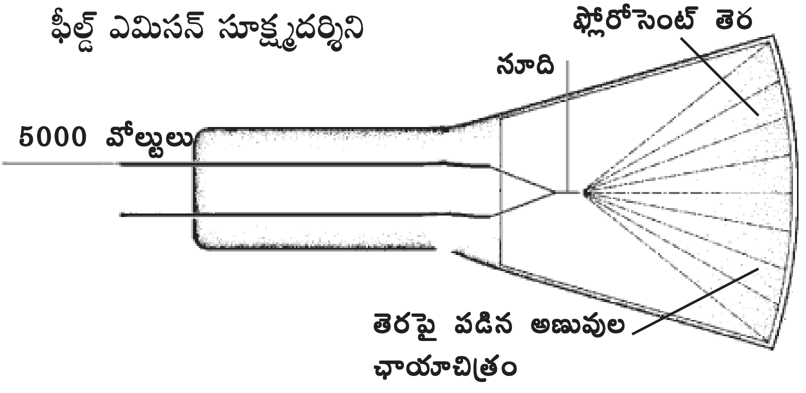
3,00,00,00,00,00,00,00,00,00,00,00,000 నీటి అణువులు ఉంటాయన్నమాట. ఈ ప్రపంచంలో ఉన్న 4 కోట్ల ప్రజలందరికీ ఒక్క నీటి బిందువునే సమానంగా పంచితే ప్రతి మనిషికీ సుమారు 7 లక్షల కోట్ల నీటి అణువులు వస్తాయి.

పెర్రిన్ ప్రయోగ ఫలితాలని విన్న ఆస్ట్వాల్డ్ పరమాణువులు ఉన్నాయని ఇక ఒప్పుకోక తప్పలేదు. పెర్రిన్ ప్రయోగం వల్ల అణువుల ప్రభావాన్ని మనుషులు చూడగలిగారు. అణువులను ప్రత్యక్షంగా చూడలేకపోయినా, కణాల మీద అణువుల తాకిళ్ళ ఫలితాలని బ్రౌనియన్ చలనాలలో స్పష్టంగా చూడడానికి వీలయ్యింది. ఒక ప్రత్యేక పరమాణువు పరిమాణం ఎంత ఉంటుందో పెర్రిన్ ప్రయోగం వల్ల తెలిసింది.

అప్పటినుంచి ఇక అణువులు అనేవి కేవలం సైద్ధాంతిక కసరత్తు మాత్రమే కాదని, అవి నిజంగా ఉన్నాయని ప్రతి శాస్త్రజ్ఞుడు నమ్మడం మొదలుపెట్టాడు.

1936లో ఎర్విన్ విల్‌హెల్మ్ ముల్లెర్ (1911–1977) అనే జర్మనీ శాస్త్రజ్ఞుడు ఫీల్డ్ ఎమిసన్ సూక్ష్మదర్శినిని కనుగొన్నాడు.

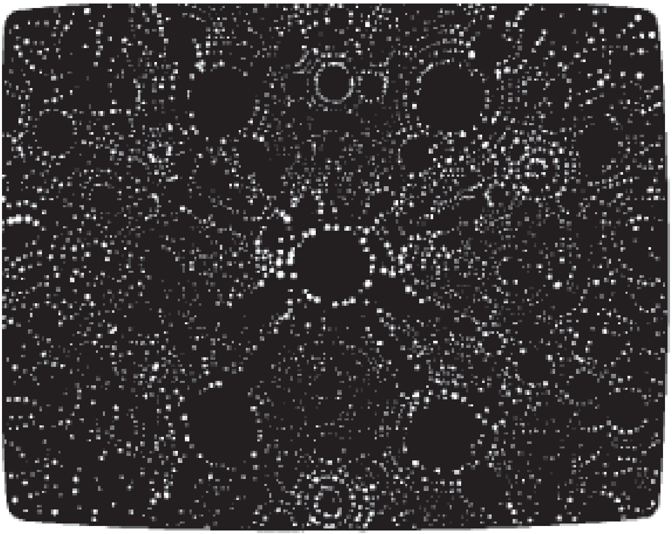
ఈ పరికరంలో గాలి తీసేసిన పాత్రలో ఒక సన్నని సూదిమొనని అమరుస్తారు.



సూదికొనకు ఎదురుభాగంలో రసాయనాలతో కూడిన తెర ఉంటుంది. సూదిమొనని వేడిచేసినప్పుడు అందులోంచి కణాలు వెలువడతాయి. అలా వెలువడ్డ కణాలు సరళ రేఖల్లో ప్రయాణించి ఎదురుగా ఉన్న తెరని గుద్దినప్పుడు ఆ తెర మెరుస్తుంది.

తెరమీద మెరుపులను బట్టి సూదికొనలోని పదార్థంలోని అణువుల నిర్మాణాన్ని తెలుసుకోవచ్చు.

ఫీల్డ్ ఎమిసన్ సూక్ష్మదర్శినిలో తెరపై టంగ్‌స్టన్ స్ఫటికంలోని అణువులు తెరపై వెలుగుతున్న చుక్కల్లా కనపడతాయి



ముల్లర్ ఈ పరికరాన్ని ఇంకా వృద్ధి చేశాడు. 1950లలో మెరిసే తెర చిత్రాన్ని (ఫోటోగ్రాఫ్) తీయగలిగాడు. ఈ ఫోటోలో సూదికొననుంచి వెలువడిన స్వతంత్ర పరమాణువులని చూడవచ్చు.

చివరికి మనం పరమాణువులని చూడగలిగాం. పరమాణువులనేవి ముక్కలు చేయలేని, అంతకంటే చిన్నది ఉండడానికి వీలులేని వస్తువు అని లియోసిప్పస్, డెమోక్రిటస్‌లు ఆలోచించారు (ఆటమ్ అంటే ముక్కలు

చేయలేని అని అర్థం).

మూలకాలు వాటి సంకేతాలు, పరమాణు సంఖ్యలు

Name of Element	Sym-bol	Atomic Number	Name of Element	Sym-bol	Atomic Number
Actinium	Ac	89	Mercury	Hg	80
Aluminium	Al	13	Molybdenum	Mo	42
Americium	Am	95	Neodymium	Nd	60
Antimony	Sb	51	Neon	Ne	10
Argon	Ar	18	Neptunium	Np	93
Arsenic	As	33	Nickel	Ni	28
Astatine	At	85	Niobium	Nb	41
Barium	Ba	56	Nitrogen	N	7
Berkelium	Bk	97	(Nobelium)	(No)	102
Beryllium	Be	4	Osmium	Os	76
Bismuth	Bi	83	Oxygen	O	8
Boron	B	5	Palladium	Pd	46
Bromine	Br	35	Phosphorus	P	15
Cadmium	Cd	48	Platinum	Pt	78
Calcium	Ca	20	Plutonium	Pu	94
CaliFornium	Cf	98	Polonium	Po	84
Carbon	C	6	Potassium	k	19
Cerium	Ce	58	Praseodymium	Pr	59
Cesium	Cs	55	Promethium	Pm	61
Chlorine	Cl	17	Protactinium	Pa	91
Chromium	Cr	24	Radium	Ra	88
Cobalt	Co	27	Radon	An	86
Copper	Cu	29	Rhenium	Re	75
Curium	Cm	96	Rhodium	Rh	45
Dysprosium	Dy	66	Rubudium	Rb	37
Einsteinium	Es	99	Ruthenium	Ru	44
Erbium	Er	68	Samarium	Sm	62
Europium	Eu	63	Scandium	Sc	21
Fermium	Fm	100	Selenium	Se	34
Fluorine	F	9	Silicon	Si	14
Francium	Fr	87	Silver	Ag	47
Gadolinium	Gd	64	Sodium	Na	11
Gallium	Ga	31	Strontium	Sr	38
Germanium	Ge	32	Sulphur	S	16
Gold	Au	79	Tantalum	Ta	73
Hafnium	Hf	72	Technetium	Tc	43

contd...43

Helium	He	2	Tellurium	Te	52
Holimum	Ho	67	Terbium	Tb	65
Hydrogen	H	1	Thallium	Tl	81
Indium	In	49	Thorium	Th	90
Iodine	I	53	Thulium	Tm	69
Iridium	Ir	77	Tin	Sn	50
Iron	Fe	26	Titanium	Ti	22
Krypton	Kr	36	Tungsten	W	74
Lanthanum	La	57	Uranium	U	92
Lawrencium	Lw	103	Vanadium	V	23
Lead	Pb	82	Xenon	Xe	54
Lithium	Li	3	Ytterbium	Yb	70
Lutetium	Lu	71	Yttrium	Yb	70
Magnesium	Mg	12	Zinc	Zn	30
Manganese	Mn	25	Zirconium	Zr	40
Mendelevium	Md	101			

డాల్టన్ కూడా ఇలాగే ఆలోచించాడు. పైగా 1800లలో రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు పరమాణువులే అతిచిన్నవి అని ఖచ్చితంగా నమ్మేవారు. పరమాణువులు చిన్న బంతులలాగ గట్టిగా ఉండి సున్నితమైన ఉపరితలాన్ని కలిగి ముక్కలు చేయలేనివి అని ఊహించుకునేవారు.

1800ల చివరికి పరమాణువే చిన్న కణం కాదని తెలిసింది. పరమాణువే ఎన్నో రకాల చిన్న చిన్న కణాలతో ఏర్పడిందని తెలిసింది. ఈ ఉప కణాలలో ముఖ్యమైన వాటిల్లో ఎలక్ట్రాన్ ఒకటి. ఇది అతి చిన్న పరమాణువైన హైడ్రోజన్ పరమాణువులో 1/1837 వ వంతు బరువు ఉంటుంది. ముల్లెర్ ఫీల్డ్ ఎమిసన్ సూక్ష్మదర్శినిలో సన్నని సూది కొననుండి వెలువడిన కణాలే ఎలక్ట్రానులు.

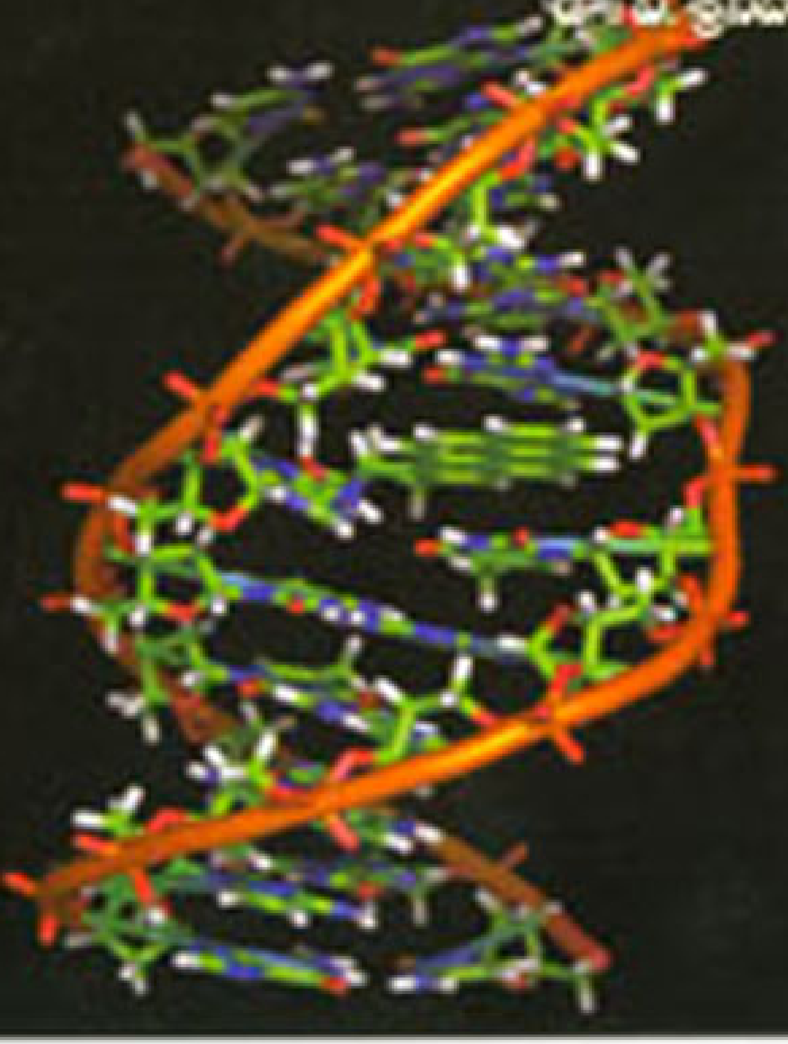
పరమాణువుల మధ్య భాగంలో ఒక చిన్న కేంద్రం ఉంటుందని ఈ రోజులలో శాస్త్రజ్ఞులకి తెలుసు. ఈ చిన్న కేంద్రం బరువే ఇంచుమించు పరమాణు భారంకి సమానంగా ఉంటుంది. ఈ పరమాణు కేంద్రం చుట్టూ కొన్ని తేలికపాటి ఎలక్ట్రానులు ఉంటాయి. పరమాణువు లోపల ఏముంటుంది అని శాస్త్రజ్ఞులు కనుక్కోవడం అనేది ఒక పెద్ద క్లిష్టమైన కథ. ఇది ప్రత్యేకంగా మరొక పుస్తకంలో చెప్పాల్సిందే.

ఎలా తెలుసుకున్నాం? - 22

డిఎన్ఎ

ఐజాక్ అసిమోవ్

అనువాదం
డా॥ వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి



జన విజ్ఞాన వేదిక

మంచి పుస్తకం

ఎలా తెలుసుకున్నాం? - 22

డిఎన్ఏ

ఐజాక్ అసిమోవ్

అనువాదం : డా|| వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి

జన విజ్ఞాన వేదిక

మంచి పుస్తకం

How We Found Out About DNA? by Isaac Asimov

ఎలా తెలుసుకున్నాం? – *22*

డిఎన్ఏ

రచయిత : ఐజాక్ అసిమోవ్

అనువాదం : డా|| వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి

ప్రచురణ : ఆగస్టు, 2009

ప్రతుల సంఖ్య : 2000

వెల : రూ. 18/–

ISBN : 978–93–80153–06–3

ప్రచురణ, ప్రతులకు :

జన విజ్ఞాన వేదిక

జి. మాల్యాద్రి, కన్వీనర్, ప్రచురణల విభాగం

162, విజయలక్ష్మీనగర్

నెల్లూరు – 524 004

ఫోన్ : 94405 03061

మంచి పుస్తకం

12–13–450, వీధి నెం. 1

తార్నాక, సికింద్రాబాదు 500 017

ఫోన్ : 94907 46614.

email : info@manchipustakam.in

website : www.manchipustakam.in

కంపోజింగ్, లే అవుట్ : పద్మ

ముఖచిత్ర డిజైన్ : అంకుష్ గ్రాఫిక్స్ & డిజైనర్స్

ముద్రణ : డెక్కన్ ప్రెస్,
1–9–1126/బి,
అజామాబాద్, హైదరాబాదు,
ఫోన్: 27678411.

విషయ సూచిక

1.	న్యూక్లిక్ ఆసిడ్‌లోని అంశాలు	. . .	03
2.	న్యూక్లిక్ ఆసిడ్లా? ప్రోటీన్లా?	. . .	17
3.	విజేత పైరు డిఎన్ఏ	. . .	25
4.	డబుల్ హెలిక్స్	. . .	31
5.	త్రయాల నుండి అమినో ఆసిడ్ల వరకు	. . .	38

1. న్యూక్లిక్ ఆసిడ్‌లోని అంశాలు

1869లో జర్మన్ రసాయన శాస్త్రవేత్త అయిన ఎర్నెస్ట్ ఫెలిక్స్ హోపే-సెయ్లెర్ (1825-1895) కి చెందిన ప్రయోగశాలలో ఇరవై అయిదేళ్ళ స్విస్ రసాయన శాస్త్రవేత్త యోహాన్ ఫ్రీడ్రిక్ మీషర్ (1844-1895) పనిచేస్తున్నాడు.

జీవం పోయిన, చితికిపోయిన కణాలతో పని చేస్తున్నాడు మీషర్. వృక్ష, జంతు సమూహాలన్నీ కణాలు అనే చిన్న చిన్న అంశాల సముదాయాలే.

కణాలలో ఉండే పదార్థాలని అర్థం చేసుకోడానికి ఆ రోజుల్లో శాస్త్రవేత్తలు విశ్వ ప్రయత్నం చేస్తున్నారు. మీషర్ కూడా అలాంటి ప్రయత్నం లోనే ఉన్నాడు. కణాలలో అత్యంత సంక్లిష్టమైన ప్రోటీన్ అణువులు ఉంటాయని మీషర్‌కి తెలుసు. కాని ఆ అణువులని బద్దలుకొట్టి అందులోని అంశాలని తెలుసుకోవాలని మీషర్ ప్రయత్నం.

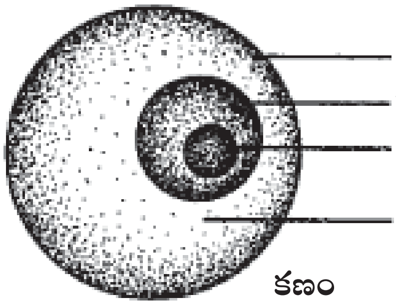
అతడు శోధిస్తున్న పదార్థానికి మీషర్ పెప్సిన్ అనే ఎంజైమ్‌ని కలిపాడు. ఎంజైమ్ అంటే రసాయన చర్యలని త్వరితం చేయగల ఒక పదార్థం. పెద్ద పెద్ద ప్రోటీన్ అణువులని చిన్న చిన్న అంశాలుగా పెప్సిన్ విడగొడుతుంది. కాని పెప్సిన్ ప్రభావానికి లోనుకాని ఎన్నో అణువులు కణాలలో ఉండడం గమనించాడు మీషర్.

ప్రతి కణ కేంద్రంలో కేంద్రకం అని ఒక చిన్న నిర్మాణం ఉంటుంది. ఈ కేంద్రకం చుట్టూ ఒక సన్నని పొర ఉంటుంది. ఈ కేంద్రకంలోని కొన్ని అణువులు పెప్సిన్ ప్రభావానికి లోను కావడం లేదు.

పెప్సిన్ ప్రభావానికి లోను కాని పదార్థాన్ని వేరు చేశాడు మీషర్. అందులో ఎలాంటి పరమాణువులు ఉన్నాయో తెలుసుకోవాలని వివిధ రసాయన పద్ధతులతో దాన్ని విశ్లేషించడం మొదలుపెట్టాడు. అందులో ఫాస్ఫరస్ (భాస్వరం) పరమాణువులు ఉన్నాయని తెలుసుకుని

ఆశ్చర్యపోయాడు.

ఫాస్ఫరస్ అంత అరుదైన పరమాణువు ఏమీ కాదు. కాని సహజ పరిస్థితులలో అది రాయిలో దొరుకుతుంది. అంతవరకు జీవపదార్థంలో ఫాస్ఫరస్ ఉన్న రసాయన సంయోగాలలో మనకి తెలిసిన సంయోగం ఒక్కటే. అది లెసితిన్ అనే కొవ్వు పదార్థం. దాన్ని మీషర్ గురువు అయిన హోపే-సెయ్లర్ కనుక్కున్నాడు.



కణం

తాను కనుక్కున్న కొత్త పదార్థం కేంద్రకంలో దొరికింది కాబట్టి మీషర్ దానికి న్యూక్లీన్ అని పేరు పెట్టాడు.

మీషర్ తన ప్రయోగ ఫలితాలని తీసుకెళ్ళి హోపే-సెయ్లర్‌కి చూపించాడు. బాగా అనుభవం గల ఆ రసాయన శాస్త్రవేత్త వెంటనే ఆ ఆవిష్కరణని లోకానికి చాటొద్దని కుర్ర రసాయన శాస్త్రవేత్తకి సలహా ఇచ్చాడు. ఎక్కడైనా ఏదైనా పొరబాటు జరిగిందేమో అన్న సందేహాన్ని వ్యక్తం చేస్తూ తానే ఆ ప్రయోగ వ్యవహారాన్ని జాగ్రత్తగా పరీక్షిస్తానన్నాడు.

రెండేళ్ళపాటూ అత్యంత శ్రద్ధతో హోపే-సెయ్లర్ ఆ విషయాన్ని శోధించాడు. చివరికి ఈస్ట్ కణాలలో ఇంచుమించు అలాంటి పదార్థమే తనకీ దొరికిందని నిర్ధారించుకున్నాడు.

మీషర్ కనుక్కున్న పదార్థానికి తనకి దొరికిన పదార్థానికి కొంచెం తేడా ఉందని గుర్తించాడు. అందుకే రెండు పదార్థాలకీ వేరు వేరు పేర్లు

పెట్టారు. మీషర్ కనుక్కున్న పదార్థాన్ని జంతువులలో ఉండే థైమస్ గ్రంథి నుండి తేలికగా వెలికి తీయొచ్చు. అందుకే దానికి థైమస్ న్యూక్లీన్ అని పేరు పెట్టారు. హోపే-సెయ్లర్ కనుక్కున్న పదార్థాన్ని ఈస్ట్ కణాల నుండి తీయొచ్చు కాబట్టి దానికి ఈస్ట్ న్యూక్లీన్ అని పేరు పెట్టారు.

హోపే-సెయ్లర్‌కి ఆల్బ్రెక్ట్ కోసెల్ (1853-1927) అని మరో శిష్యుడు ఉన్నాడు. 1879లో ఇతడు మీషర్ కనుక్కున్న న్యూక్లీన్‌ని శోధించడం మొదలుపెట్టాడు.

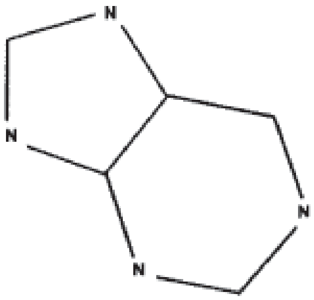
సాల్మన్ అనే చేపకి చెందిన శుక్ర కణాల నుండి కూడా న్యూక్లీన్ పదార్థాన్ని తీయొచ్చని మీషర్ కనుక్కున్నాడు. ఆ న్యూక్లీన్ ఒక సరళమైన ప్రోటీన్ అణువుకి అతుక్కుని ఉండడాన్ని గుర్తించాడు. ఆ ప్రోటీన్‌కి ప్రోటమిన్ అని పేరు పెట్టాడు. రెండిటినీ తేలికగా వేరు చేయొచ్చు. న్యూక్లీన్‌కి ప్రోటీన్‌కి మధ్య సంబంధం ఏమిటో తేల్చుకోవాలని అనుకున్నాడు కోసెల్.

అయితే కోసెల్ కనుక్కున్న న్యూక్లీన్ మీషర్ కనుక్కున్న ప్రోటీన్ అయిన ప్రోటమీన్ కన్నా మరి కాస్త సంక్లిష్టమైన ప్రోటీన్‌కి అతుక్కుని ఉండడం గమనించాడు. ఈ కొత్త ప్రోటీన్‌కి హిస్టోన్ అని పేరు పెట్టాడు. హిస్టోన్ అన్నది గ్రీకు భాషలో కణం అన్న అర్థం గల పదం నుండి వచ్చింది. ఈ న్యూక్లీన్, ప్రోటీన్‌ల కలయికకే న్యూక్లియో ప్రోటీన్ అని పేరు పెట్టారు.

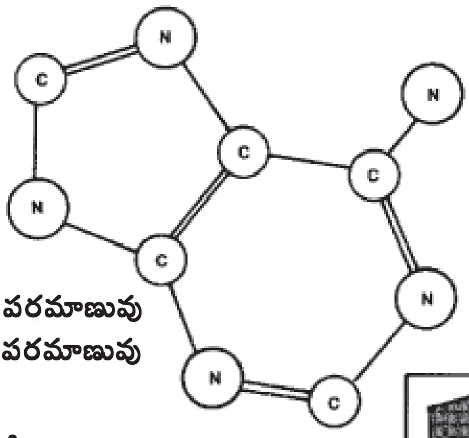
హిస్టోన్‌ని న్యూక్లీన్ నుండీ వేరు చెయ్యడం అంత తేలిక కాదని తెలుసుకున్నాడు కోసెల్. న్యూక్లీన్ ఆమ్లం మాదిరిగా, హిస్టోన్ క్షారం మాదిరిగా ప్రవర్తించడం వల్ల ఈ రెండూ అంత గాఢంగా అతుక్కుపోతాయి. ఆమ్లాలు, క్షారాలు ఎప్పుడూ పరస్పరం చురుగ్గా రసాయనచర్యలు జరుపుకుంటాయి. ఆమ్లాన్ని పోలిన ప్రవర్తన ఉండటం వల్ల న్యూక్లీన్‌కి న్యూక్లిక్ ఆసిడ్ అని పేరు పెట్టారు. అందులో ప్రత్యేక వైవిధ్యాలని బట్టి థైమస్ న్యూక్లిక్ ఆసిడ్, యీస్ట్ న్యూక్లిక్ ఆసిడ్ వంటి పేర్లు కూడా బయలుదేరాయి.

ఆ రోజుల్లో న్యూక్లిక్ ఆసిడ్ అణువులు ఎలా ఉంటాయో, వాటిలో

పరమాణువులు ఎలా ఉంటాయో ఎవరికీ తెలియదు. ఆ విషయం తెలుసుకోవడానికి ఆ అణువులని రసాయన పద్ధతులు ఉపయోగించి చిన్న చిన్న ముక్కలు చెయ్యాలని నిర్ణయించుకున్నాడు కోసెల్.



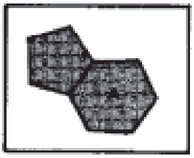
ఈ పటంలో హైడ్రోజన్ పరమాణువులను చూపలేదు



N= **నత్రజని పరమాణువు**
C= **కార్బన్ పరమాణువు**

ప్యూరీన్లు

అడెనీన్



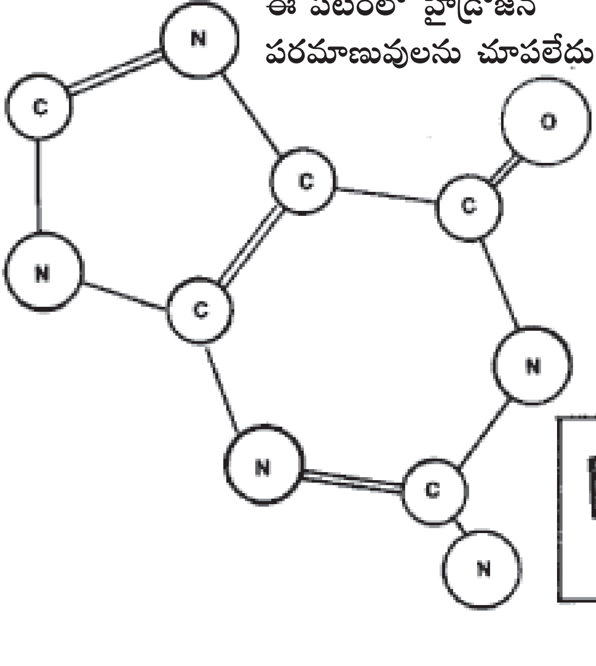
ఆ చిన్న చిన్న ముక్కలు బహుశ రసాయన శాస్త్రవేత్తలకి ముందే తెలిసిన అణువులు కావచ్చునేమోనని అతడి ఆశ. కొన్నిటిలో జంట వలయాల పరమాణువులు ఉన్నాయి. ఈ జంట వలయాల అణువులో ఐదు పరమాణువులు ఉన్న వలయం ఒకటి, ఆరు పరమాణువులు ఉన్న వలయం ఒకటి ఉన్నాయి. రెండు వలయాలకి మధ్యస్థంగా రెండు పరమాణువులు ఉన్నాయి. జంట వలయాలలో ప్రతి కోణం వద్దా ఒక పరమాణువు ఉంది.

లెక్కపెడితే సరిగ్గా తొమ్మిది కోణాలు ఉన్నాయని తెలుస్తుంది. కాబట్టి తొమ్మిది కోణాల వద్ద తొమ్మిది పరమాణువులు ఉన్నాయన్నమాట. వాటిలో నాలుగు పరమాణువులు నైట్రోజన్ పరమాణువులు. చిత్రంలో వాటిని 'N' అక్షరంతో సూచించారు. తక్కిన పరమాణువులు అన్నీ కార్బన్ పరమాణువులు. వాటిని అక్షరంతో సూచించారు.

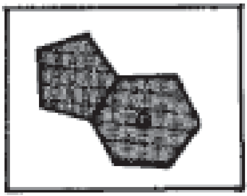
అలా రెండు వలయాలు ఉన్న అణువు గల సంయోగం ప్యూరీన్ అన్న పేరుతో రసాయన శాస్త్రవేత్తలకి అంతకు ముందే తెలుసు. అయితే అలాంటి ప్యూరీన్‌లు ఎన్నో ఉన్నాయి. ఎందుకంటే వాటి వలయాలకి వివిధ స్థానాల వద్ద నుండి మరిన్ని ఉపమాలలు వేలాడే అవకాశం ఉంది. ఉపమాలలలో ఉండే తేడాలని బట్టి ప్యూరీన్‌లలో తేడాలు ఉంటాయి.

రసాయన శాస్త్రవేత్తలు అంతకు ముందే కొన్ని ప్యూరీన్లని అధ్యయనం చేశారు. కాని వాళ్ళకి తెలియని రెండు కొత్త ప్యూరీన్లని కోసెల్ కనుక్కున్నాడు. ప్రతి న్యూక్లిక్ ఆసిడ్‌లోను ఈ ప్యూరీన్లు ఉన్నట్లు తెలిసింది. వాటిలో ఒకదాని

ఈ పటంలో హైడ్రోజన్ పరమాణువులను చూపలేదు

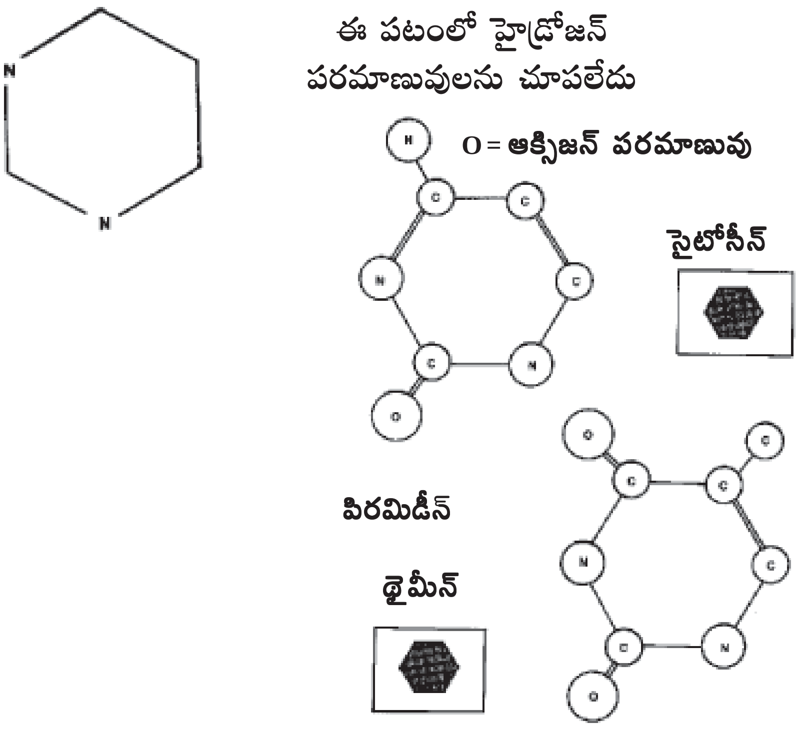


గువనీన్



పేరు అడెనీన్, రెండవ దాని పేరు గువనీన్. అడెనీన్‌లో ఒక అదనపు నైట్రోజన్ పరమాణువు ఉంటుంది. గువనీన్‌లో ఒక నైట్రోజన్ పరమాణువుతోబాటు ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువు కూడా ఉంటుంది. న్యూక్లిక్ ఆసిడ్ ప్రసక్తి వచ్చినప్పుడు ఈ అడెనీన్, గువనీన్‌ల ప్రస్తావన తరచు వస్తూ ఉంటుంది. కొన్ని సార్లు వాటి పూర్తి పేర్లకి బదులు మొదటి అక్షరాలని మాత్రం వాడుతూ ఉంటారు. అడెనీన్‌ని 'A' తోను, గువనీన్‌ని 'G' తోను వ్యవహరిస్తూ ఉంటారు.

న్యూక్లిక్ ఆసిడ్‌లో ప్యూరీన్ల కన్నా చిన్న అంశాలని కోసెల్ సాధించాడు. ఈ అంశాలలో ఆరు పరమాణువులు ఉన్న ఏకైక వలయం ఉంది. అంటే ఇది ప్యూరీన్లలో ఉండే ఆరు పరమాణువుల వలయం లాంటిదే, ఐతే ఐదు పరమాణువుల వలయం లోపించింది అన్నమాట.

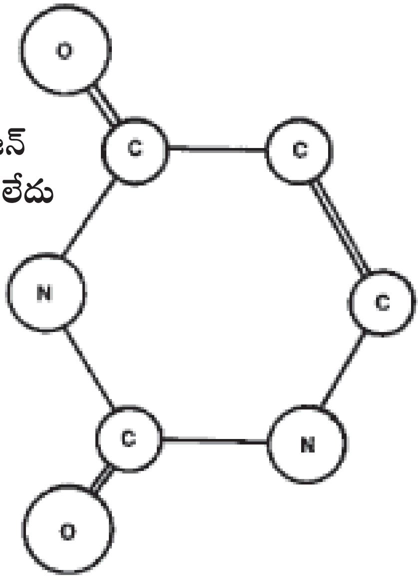


ఈ కొత్త వలయానికి పిరమిడీన్ అని పేరు పెట్టారు. ఈ పిరమిడీన్‌లలో కూడా వివిధ స్థానాల వద్ద ఉపమాలలు ఉంటాయి.

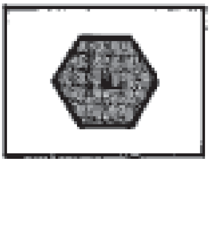
థైమస్ న్యూక్లిక్ ఆసిడ్‌లో రెండు పిరమిడీన్లు ఉన్నట్లు కోసెల్ కనుక్కున్నాడు. వాటిలో ఒకటి సైటొసీన్, రెండవది థైమీన్. ఈ సైటొసీన్, థైమీన్‌లని కూడా తరచు వాటి మొదటి అక్షరాలతో ‘C’ అని, ‘T’ అని వ్యవహరిస్తూ ఉంటారు. ఒకే వలయం ఉన్న పిరమిడీన్లు రెండు వలయాలు ఉన్న ప్యూరీన్ల కన్నా చిన్నవి కాబట్టి వీటిని చిన్న అక్షరాలైన ‘c’, ‘t’ లతో వ్యవహరిస్తున్నాను.

ఆ విధంగా కొంత కాలానికి థైమస్ న్యూక్లిక్ ఆసిడ్‌కి, ఈస్ట్ న్యూక్లిక్ ఆసిడ్‌కి మధ్య తేడా ఏమిటో తెలిసింది. రెండింటిలోను రెండు ప్యూరీన్లు (అడెనీన్, గువనీన్), రెండు పిరమిడీన్లు (సైటొసీన్, థైమీన్) ఉంటాయి. థైమస్ న్యూక్లిక్ ఆసిడ్‌లో మాత్రం ఒక్క థైమీన్ మాత్రమే ఉంది. అసలు థైమీన్‌కి అందుకే అలా పేరు వచ్చింది. ఈస్ట్ న్యూక్లిక్ ఆసిడ్‌లో వేరే పిరమిడీన్

ఈ పటంలో హైడ్రోజన్ పరమాణువులను చూపలేదు



యురసిల్



ఉంది. ఇది కొంచెం థైమీన్ లాంటిదే కాని కొన్ని తేడాలు ఉన్నాయి. ఈ కొత్త పిరమిడీన్‌కి యురసిల్ అని పేరు. దీన్ని దాని మొదటి అక్షరమైన 'U'తో వ్యవహరించవచ్చు. థైమీన్‌లో ఒక అదనపు కార్బన్ పరమాణువు ఉండడమే థైమీన్‌కి యురసిల్‌కి మధ్య తేడా.

న్యూక్లిక్ ఆసిడ్ల మీద చేసిన కృషికి, మరి ఇతర పరిశోధనలకి గుర్తింపుగా 1910లో కోసెల్‌కి జీవక్రియాశాస్త్రంలోను, వైద్యశాస్త్రంలోను నోబెల్ పురస్కారం లభించింది.

అయితే న్యూక్లిక్ ఆసిడ్లలో ప్యూరీన్లు, పిరమిడీన్లు మాత్రమే కాకుండా కోసెల్ కనుక్కోని ఇతర అంశాలు కూడా ఉన్నాయి. ఈ ఇతర అంశాలకి సరళమైన చక్కెర అణువులని పోలిన అణునిర్మాణం ఉన్నట్లు అనిపించింది. కాని ఈ విషయాన్ని కచ్చితంగా తేల్చుకోలేక పోయాడు.

ఫోబస్ ఆరన్ థియోడోర్ లెవీన్ (1869-1940) అనే రష్యన్-అమెరికన్ రసాయన శాస్త్రవేత్త రసాయన శాస్త్రం నేర్చుకోడానికి జర్మనీ వెళ్ళాడు. అక్కడ కోసెల్‌తో పని చేశాడు. కోసెల్ సంపర్కం వల్ల లెవీన్ ధ్యాస న్యూక్లిక్ ఆసిడ్ల మీదకి మళ్ళింది.

అమెరికాకి తిరిగి వచ్చాక న్యూక్లిక్ ఆసిడ్ల పరిశోధనకి తన యావత్ జీవితాన్ని అంకితం చెయ్యాలని అనుకున్నాడు.

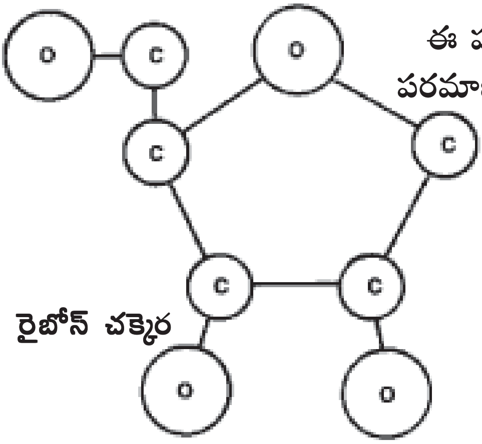
ఈస్ట్ న్యూక్లిక్ ఆసిడ్ అణువులని ఛిద్రం చేసి దాని అంశాలలో కోసెల్ ఊహించినట్టే చక్కెర అణువులు ఉన్నట్లు కనుక్కున్నాడు.

రసాయన శాస్త్రవేత్తలకి అంతవరకు జీవ పదార్థంలో దొరికిన సరళమైన చక్కెరలలో ఆరు కార్బన్ పరమాణువులే ఉన్నట్లు కనిపించింది. కాని లెవీన్ కనుక్కున్న అణవులో ఐదు కార్బన్ పరమాణువులు ఉన్నట్లు తెలిసింది. ఈ అణవులో ఐదు కార్బన్లతోపాటు, పది హైడ్రోజన్లు, ఐదు ఆక్సిజన్లు కూడా ఉన్నాయి.

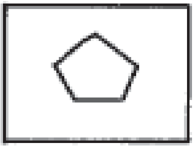
అయితే అందులో ఏమున్నాయో తెలిసినంత మాత్రాన సరిపోదు.

అలాంటి పరమాణు కూటమి గల ఎనిమిది వివిధ అణువిన్యాసాలని ఊహించడానికి వీలవుతుంది. అలా తయారైన ప్రతి చక్కెరకీ కొంచెం భిన్నమైన లక్షణాలు ఉంటాయి. వీటిలో మరి ఈస్ట్ న్యూక్లిక్ ఆసిడ్ నుండి వచ్చిన చక్కెర విన్యాసం ఏమిటో తెలుసుకునే సమస్య ఇప్పుడు లెవీన్ నెత్తిన పడింది.

1909లో ఆ చక్కెర ఏమిటో కనుక్కున్నాడు లెవీన్. రసాయన శాస్త్రవేత్తలు ఈ చక్కెరను రైబోస్ అని పిలుస్తున్నారు. దీన్ని సంక్షిప్తంగా 'rib' అని పిలుచుకుందాం.



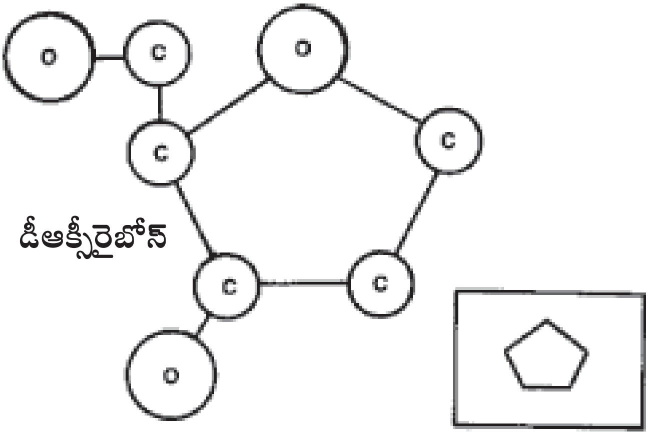
రైబోస్ చక్కెర



అయితే థైమస్ న్యూక్లిక్ ఆసిడ్ శోధనలో మాత్రం లెవీన్‌కి చాలా చిక్కులు ఎదురయ్యాయి. దాని అంశాలలో కూడా ఐదు కార్బన్ల చక్కెర ఉంది. అయితే థైమస్ న్యూక్లిక్ ఆసిడ్‌లో ఉండే ఐదు కార్బన్ల చక్కెర అంతకు ముందు రసాయన శాస్త్రవేత్తలకి తెలిసిన ఏ చక్కెరతోను సరిపోలేదు.

ఈ కొత్త ఐదు కార్బన్ల చక్కెర విలక్షణత ఏమిటో 1929 వరకు లెవీన్‌కి అర్థం కాలేదు. అణువు విన్యాసంలో అది అచ్చం రైబోస్‌లాగానే ఉంది, అయితే ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువు లోపించింది. రసాయన శాస్త్రవేత్తలు అంతకు ముందెన్నడూ అలాంటి చక్కెరని చూడలేదు. అలాంటి చక్కెరని శోధించిన ప్రథముడు లెవీన్. అందుకే కొంచెం ఇబ్బంది పడ్డాడు.

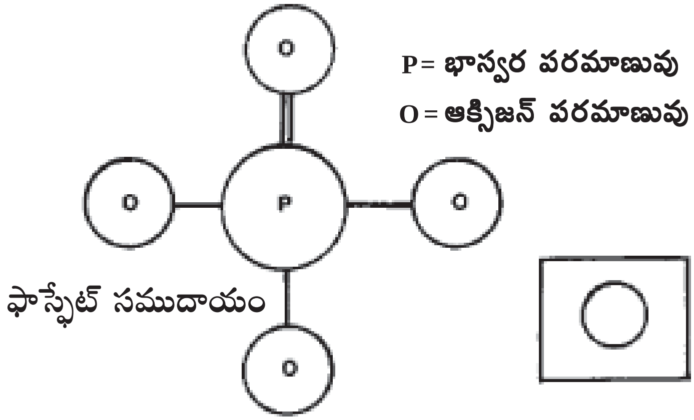
ఈ కొత్త చక్కెరకి లెవీన్ డీఆక్సీ రైబోస్ అని పేరు పెట్టాడు. డీఆక్సీ అంటే లాటిన్‌లో 'ఆక్సిజన్ లేని' అని అర్థం. దీన్ని సంక్షిప్తంగా 'derib' అని పిలుచుకుందాం.



కాబట్టి న్యూక్లిక్ ఆసిడ్లలో రెండు జాతులని తీసుకుంటే, ఈస్ట్ న్యూక్లిక్ ఆసిడ్‌లో రైబోస్, యురసిల్ అణువులు, థైమస్ న్యూక్లిక్ ఆసిడ్‌లో డీఆక్సీ రైబోస్, థైమీన్ అణువులు ఉన్నట్లు తేలింది.

యురసిల్, థైమీన్‌ల మధ్య తేడా కన్నా, డీఆక్సీ రైబోస్‌కి, రైబోస్‌కి మధ్య తేడాయే ముఖ్యం అని రసాయన శాస్త్రవేత్తలు తేల్చుకున్నారు. కాబట్టి ఈస్ట్ న్యూక్లిక్ ఆసిడ్‌ని రైబో న్యూక్లిక్ ఆసిడ్ అని, థైమస్ న్యూక్లిక్ ఆసిడ్‌ని డీఆక్సీ రైబో న్యూక్లిక్ ఆసిడ్ అని పిలవడం మొదలుపెట్టారు. చాంతాడంత ఉన్న ఈ పేర్లని రాయాలన్నా, పలకాలన్నా ఇబ్బందిగా ఉందని గుర్తించి వీటిని ముద్దుగా మొదటి అక్షరాలతో డిఎన్ఏ అని ఆర్ఎన్ఏ అని పిలవడం మొదలుపెట్టారు.

న్యూక్లిక్ ఆసిడ్ అణువులో పరమాణువులన్నీ ఎలా ఏర్పాటై ఉంటాయో లెవీన్ ఊహించాడు. ప్యూరీన్లు, పిరమిడీన్లు రైబోస్‌కి గాని, డీఆక్సీ రైబోస్‌కి గాని తగిలించి ఉంటాయి. ఆ కూటమి ఒక ఫాస్ఫేట్ సముదాయానికి



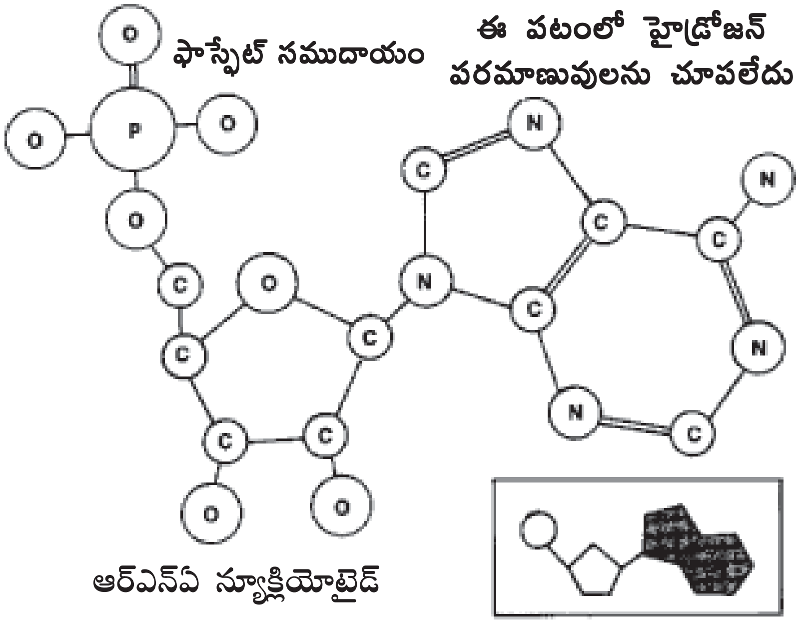
తగిలించబడి ఉంటుంది.

ఆర్ఎన్ఏ అణువులో విన్యాసం ఈ విధంగా ఉంటుంది:

A–rib–ph

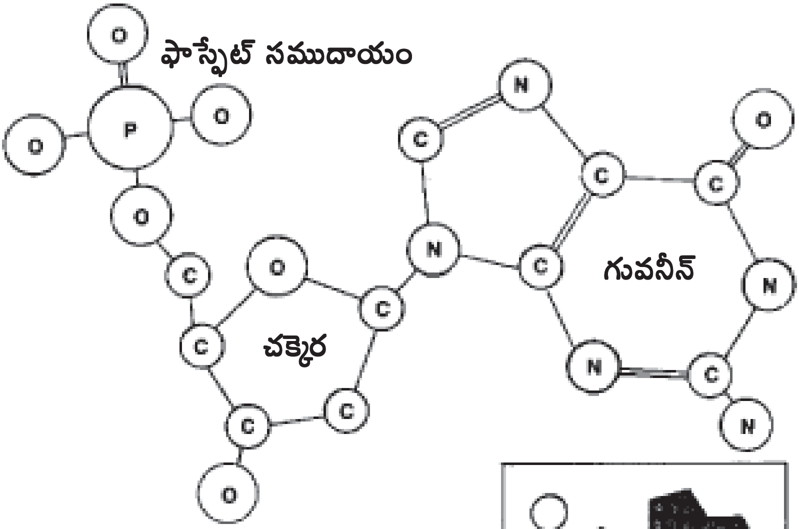
డిఎన్ఏ అణువులో విన్యాసం ఈ విధంగా ఉంటుంది:

A–derib–ph

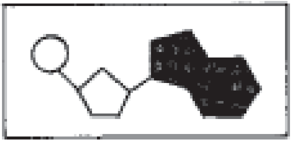


రెండు సందర్భాలలోను అలాంటి కూటమికి న్యూక్లియోటైడ్ అని పేరు పెట్టారు.

ఆర్ఎన్ఏ అణువులో నాలుగు రకాల న్యూక్లియోటైడ్లు ఉంటాయి. వాటిలో ఒక దాంట్లో 'అడెనీన్' ఉంటుంది. మిగతా మూడింటిలో గువనీన్, సైటోసిల్, యురసిల్‌లు ఉంటాయి. డిఎన్ఏ అణువులో నాలుగు రకాల



డిఎన్ఏ న్యూక్లియోటైడ్

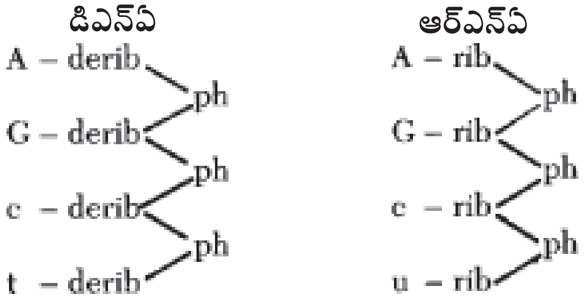


న్యూక్లియోటైడ్‌లు ఉంటాయి. అవి అడెనీన్, గువనీన్, సైటొసిన్, థైమీన్‌లు.

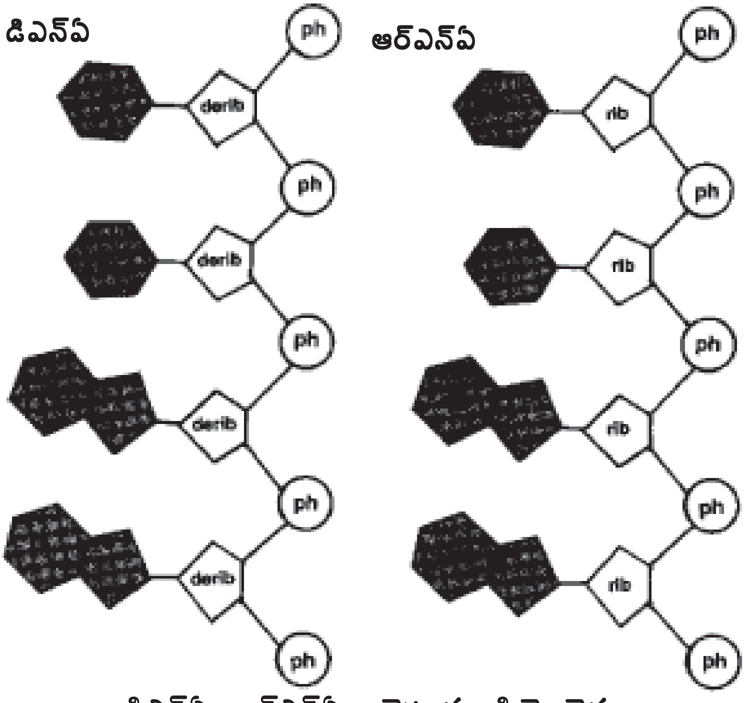
ఒక పరమాణువు పరిమాణాన్ని కొలిచే పద్ధతులు కొన్ని ఉన్నాయి. కణాల నుండి వచ్చిన న్యూక్లిక్ ఆసిడ్ల పరిమాణాన్ని కొలిచాడు లెవీన్. ఒక్కొక్క అణువు ఎంత పెద్దగా ఉందంటే అందులో కనీసం నాలుగు న్యూక్లియోటైడ్‌లు ఉన్నట్లు తెలిసింది. ఈ న్యూక్లియోటైడ్లు అన్నీ ఒక గొలుసుకట్టులా కలిసి ఉన్నాయి. ఆ గొలుసుకట్టులో ఒక న్యూక్లియోటైడ్‌లోని ఫాస్ఫేట్ సముదాయానికి, దాని పక్క న్యూక్లియోటైడ్‌లోని రైబోస్ (లేదా డీఆక్సీరైబోస్)తో బంధం ఏర్పడి ఉంటుంది.

అలా కూటమిగా ఏర్పడ్డ నాలుగు న్యూక్లియోటైడ్ల కూటమిని టెట్రాన్యూక్లియోటైడ్ అంటారు. టెట్రా అంటే గ్రీకులో నాలుగు అని అర్థం.

డిఎన్ఏ టెట్రాన్యూక్లియోటైడ్, ఆర్ఎన్ఏ టెట్రాన్యూక్లియోటైడ్‌ల అమరిక ఈ కింద విధంగా ఉంటుంది:



న్యూక్లియోటైడ్ ఏదైనా derib–ph యొక్క, rib–ph యొక్క విన్యాసం



డిఎన్ఏ, ఆర్ఎన్ఏల టెట్రాన్యూక్లియోటైడ్లు

ఒకేలా ఉంటుంది కాబట్టి, ఈ టెట్రాన్యూక్లియోటైడ్ల విన్యాసాన్ని ఇంకా సరళంగా (ముందు పేజీలో బొమ్మలా) ప్రదర్శించవచ్చు.

న్యూక్లియోటైడ్ల విన్యాసం గురించి లెవీన్ చెప్పింది నిజమని నిర్ధారించుకోవాలంటే ముందు సరళమైన అణువులని పరిశీలించాలి. ఈ సరళ అణువుల మీద రసాయనికంగా చర్యలు జరిపి సుపరిచిత పద్ధతులతో వాటిని తయారుచేసే ప్రయత్నాలు చెయ్యాలి. ఆ విధంగా లెవీన్ సూచించిన నిర్మాణాన్ని సంయోజించవచ్చు. అలా సంయోజించబడ్డ అణువుల లక్షణాలని పరిశీలించవచ్చు. అలా తయారైన అణువులు న్యూక్లిక్ ఆసిడ్ల నుండి వచ్చిన న్యూక్లియోటైడ్లేనని తేలితే లెవీన్ చెప్పింది నిజం అయినట్టే.

అలెగ్జాండర్ రాబర్టస్ టాడ్ (1907–1997) అనే స్కాటిష్ రసాయన శాస్త్రవేత్త 1938లో ఈ సమస్య మీద పని చెయ్యడం మొదలుపెట్టాడు. న్యూక్లియోటైడ్లన్నీ సంయోజించి లెవీన్ ఊహించిన నిర్మాణం సరైనదేనని నిరూపించాడు. ఈ కృషికి ఫలితంగా 1957లో టాడ్‌కి రసాయన శాస్త్రంలో నోబెల్ బహుమతి దక్కింది.

(లెవీన్ సూచించిన భావాలని నిరూపించినందుకు టాడ్‌కి నోబెల్ బహుమతి వచ్చింది గాని, లెవీన్‌కి ఏమీ రాలేదని మీకు ఆశ్చర్యం కలగవచ్చు. సైన్సు ప్రపంచంలో వ్యవహారాలు ఎప్పుడూ న్యాయబద్ధంగా ఉండవని దీని వల్ల మనకు అర్థమవుతోంది. లెవీన్ పని చేసిన కాలంలో న్యూక్లిక్ ఆసిడ్ల ప్రాముఖ్యత ఎవరికీ అర్థం కాలేదు. వాటి ప్రాముఖ్యత గురించి తెలిసే నాటికి, వాటి మీద జరిగిన కృషికి పుష్కలంగా నోబెల్ పురస్కారాలు పంచి ఇచ్చే నాటికి, దాన్ని అందుకోడానికి లెవీన్ లేడు.)

2. న్యూక్లిక్ ఆసిడ్లా? ప్రోటీన్లా?

శరీరంలో న్యూక్లిక్ ఆసిడ్ల ప్రయోజనం ఏమిటి అని జీవరసాయన శాస్త్రవేత్తలు ఆలోచించసాగారు. వాటికి ఏదైనా ముఖ్య పాత్ర ఉందా?

ఉండొచ్చుననే అనిపించింది. న్యూక్లిక్ ఆసిడ్లను కనుక్కున్న తొలిరోజుల్లో మీషర్ చేపల శుక్ర కణాలలో న్యూక్లిక్ ఆసిడ్లను కనుక్కున్నాడు. ఈ శుక్ర కణాలు చాలా చిన్న వస్తువులు. అందులో తండ్రి జన్యువులకి మించి ఇంకేమీ పట్టడానికి స్థలం ఉండదు. ఈ శుక్ర కణం తల్లి జన్యువులు గల అండ కణంలోకి ప్రవేశిస్తుంది. అలా ఫలదీకృతమైన అండ కణం నుండి ఒక కొత్త జీవం ఉత్పన్నమవుతుంది. కాబట్టి న్యూక్లిక్ ఆసిడ్లకి అనువంశికతతో ఏదైనా సంబంధం ఉందా? అదే నిజమయితే అవి చాలా ముఖ్యమైనవే అనుకోవాలి.

1914లో రాబర్ట్ జోయాకిమ్ ఫాయిల్గెన్ (1884–1955) అనే జర్మన్ జీవ రసాయన శాస్త్రవేత్త ప్రత్యేకంగా డిఎన్ఏతో కలిసేది, ఆర్ఎన్ఏతో కలవనిది అయిన ఒక రంగు పదార్థాన్ని కనుక్కున్నాడు. 1923లో సజీవ కణాలు ఉన్న ముక్కల మీద ఆ రంగు పదార్థాన్ని ప్రయోగించాడు. ఈ రంగు వల్ల కణాలు విషపూరితం అయ్యాయి. కణాలలో కొన్ని భాగాలతో మాత్రమే ఆ రంగు సంయోగం చెందుతుంది. ఇతర భాగాల మీద ఏ ప్రభావమూ చూపదు. అది సంయోగం జరిపిన చోట అంతా చిక్కని ఎర్రని చార కనిపిస్తుంది. తక్కిన ప్రాంతాల్లో అంతా వర్ణరహితంగా ఉంటుంది.

ఆ రంగు వల్ల డిఎన్ఏ ఉన్న ప్రాంతాలని చూబించే ఒక ఎర్రని పటం తయారయ్యింది అన్నమాట.

పరీక్షించిన ప్రతి వృక్ష కణంలోను, జంతు కణంలోను కూడా డిఎన్ఏ ఎప్పుడూ న్యూక్లియస్ లోపలే ఉన్నట్లు తెలిసింది.

ఇది ఇలా ఉండగా 1940లలో స్వీడెన్‌కి చెందిన టోర్బార్న్ ఆస్కార్

కాస్పర్సన్ (1910–1997) అనే జీవ రసాయన శాస్త్రవేత్త మరి కొంచెం ముందుకి వెళ్ళాడు. డిఎన్ఏని మాత్రం విచ్ఛిన్నం చేస్తూ, ఆర్ఎన్ఏని ఏమీ చెయ్యని ఎంజైములు కొన్ని ఉన్నాయి. అలాగే ఆర్ఎన్ఏని మాత్రమే విచ్ఛిన్నం చేస్తూ డిఎన్ఏని ఏమీ చెయ్యని ఎంజైములు కూడా కొన్ని ఉన్నాయి. ఈ రెండు రకాల ఎంజైములని వివిధ రకాల కణాల మీద ప్రయోగించాడు కాస్పర్సన్. ఆ విధంగా కేవలం డిఎన్ఏ మాత్రమే గల కొన్ని కణాలని, అలాగే కేవలం ఆర్ఎన్ఏ మాత్రమే గల మరి కొన్ని కణాలని సిద్ధం చెయ్యగలిగాడు. ఇప్పుడు ఈ రెండు రకాల కణాల మీద అతినీల కాంతిని ప్రసరించాడు. అప్పుడు రెండు రకాల న్యూక్లిక్ ఆసిడ్లు అతినీల కాంతికి వేరు వేరు రకాలుగా స్పందించాయి. ఆ చర్యను బట్టి కణంలో డిఎన్ఏ గాని, ఆర్ఎన్ఏ గాని ఎక్కడున్నాయో కచ్చితంగా చెప్పగలిగాడు కాస్పర్సన్.

కేంద్రకంలో ఉండే డిఎన్ఏ అంతా నిజానికి క్రోమోజోములలోనే నిక్షిప్తమై ఉందని కూడా కనుక్కున్నాడు. అందుకు భిన్నంగా ఆర్ఎన్ఏ మాత్రం కేంద్రకానికి బాహ్యంగా సైటోప్లాజంలో ఉంటుందని కనుక్కున్నాడు.

నుసిపురుగుల (ఫ్రూట్ ఫ్లై) క్రోమోజోములు

కాని ఇంకా నిశితంగా పరిశీలిస్తే కొంత ఆర్ఎన్ఏ కేంద్రకంలోను, అలాగే కొంత డిఎన్ఏ సైటోప్లాజంలోను ఉన్నట్లు కూడా తెలిసింది. ఏదేమైనా డిఎన్ఏలో ఇంచుమించు మొత్తం కేంద్రకంలోను, ఆర్ఎన్ఏలో ఇంచుమించు మొత్తం సైటోప్లాజంలోను ఉన్నట్లు తెలిసింది.

అప్పటికే కేంద్రకంలో ఉండే క్రోమోజోముల గురించి శాస్త్రవేత్తలకి బాగా అర్థమైపోయింది. ఈ క్రోమోజోములు అతి చిన్న వస్తువులు. కొంచెం సేమ్యా తీగల్లా ఉంటాయి. అనువంశికతలో అవి ముఖ్య పాత్ర ధరిస్తాయి. ఈ క్రోమోజోములలోనే అనువంశిక సమాచారం అంతా ఉంటుంది. తల్లిదండ్రుల నుండి పిల్లలకి సంక్రమించే లక్షణాలన్నిటినీ పొందుపరిచే జన్యువులు ఈ క్రోమోజోములలోనే ఉంటాయి.

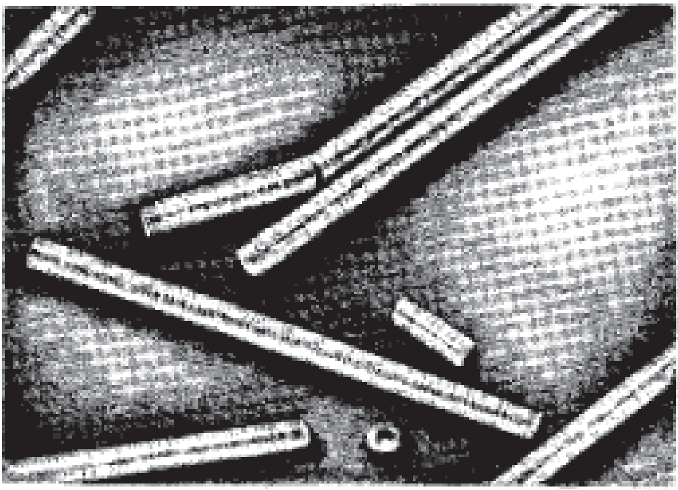
మరి డిఎన్ఏ అంతా క్రోమోజోములలోనే ఉంటుంది కాబట్టి డిఎన్ఏకి అనువంశికతకి సంబంధం ఉన్నట్లు అనిపించింది.

అయితే ఒకటి. జీవరాసులు అన్నిటిలోను కణాలు ఉండవు. కణాలకన్నా అతి చిన్నవైన వైరస్‌లు అనే వస్తువులు ఉన్నాయి. అవి కణాలలోకి ప్రవేశించి అక్కడ విశృంఖలంగా పునరుత్పత్తి చెందుతాయి. వాటిని పోలిన మరిన్ని వైరస్‌లని ఉత్పత్తి చేస్తాయి. వైరస్‌లు అనువంశికంగా తమని పోలిన ప్రతిరూపాలని వాటికవి చేసుకోగలుగుతున్నాయి అంటే అలా చెయ్యడానికి వాటిలో ఏదో యంత్రాంగం ఉండి ఉండాలి. ఇంతకీ ఏమిటా యంత్రాంగం?

చిట్టచివరికి కేవలం వైరస్ పదార్థం మాత్రమే ఉండి, కణాంశాలు ఏకోశానా లేని వైరస్ పదార్థాన్ని నిర్మించగలిగారు రసాయన శాస్త్రవేత్తలు. వైరస్‌లో కచ్చితంగా ఏముందో తెలుసుకునే అవకాశం అంతవరకు దొరకలేదు. వెండెల్ మెరెడిత్ స్టాన్లీ (1904–1971) అనే అమెరికన్ జీవరసాయన శాస్త్రవేత్త తొలి వైరస్ పదార్థాన్ని సాధించాడు. పొగాకు మొక్కల్లో తెగులు పుట్టించే పొగాకు మొసాయిక్ వైరస్‌ని అతడు పరీక్షించదలచాడు. 1935లో అతడు వైరస్ సోకిన పొగాకు ఆకులను నూరిన ముద్ద నుండి సన్నని,

సూదుల్లాంటి స్ఫటికలని వేరుచెయ్యగలిగాడు.

ఆ స్ఫటికలలో ఉన్నది శుద్ధమైన పొగాకు మొసాయిక్ వైరస్. వాటిలో ఉన్నదంతా ప్రోటీన్ పదార్థమే. శుద్ధి చేసి, వేరు చేసిన వైరస్ పదార్థంలో ఉన్నది ప్రోటీన్ పదార్థమేనని ఆ తరువాత కూడా ప్రతి సందర్భంలోనూ తేలింది. ఈ ఆవిష్కరణలకి ప్రతిఫలంగా 1948లో స్టాన్లీ రసాయన శాస్త్రంలో నోబెల్ బహుమతిని పంచుకున్నాడు.



పొగాకు మొసాయిక్ వైరస్

వైరస్‌లలో ఉన్నది ప్రోటీన్ పదార్థం అని తెలిసిన అనతి కాలంలోనే అందులో పలు రకాల ప్రోటీన్‌లు ఉన్నాయని తెలిసింది. 1937లో ఫ్రెడెరిక్ చార్లెస్ బాడెన్ (1908–1972) పొగాకు మొసాయిక్ వైరస్‌లో ప్రోటీన్‌తోబాటు ఆర్ఎన్ఏ కూడా ఉందని కనుక్కున్నాడు. ఆ నాటినుండి వైరస్‌లన్నిటిలోను న్యూక్లిక్ ఆసిడ్‌లు ఉంటాయని పదే పదే నిర్ధారణ అవుతూ వచ్చింది. కాస్త సరళమైన వైరస్‌లలో ఆర్ఎన్ఏ మాత్రమే ఉంటుంది. కొంచెం సంక్లిష్టమైన వైరస్‌లలో డిఎన్ఏ ఉంటుంది. కొన్నిట్లో రెండూ ఉంటాయి.

కణాలకి పరిమితం కాకుండా స్వేచ్ఛగా సంచరిస్తున్న

క్రోమోజోములుగా వైరస్‌లని ఊహించుకోవచ్చు. వైరస్ ఒక కణం మీదకి దాడి చేసినప్పుడు, ఆ కణంలోని వ్యవహారాల నియంత్రణని కణంలో ఉండే క్రోమోజోముల నుండి కాజేసి స్వాధీనం చేసుకుంటుంది.

క్రోమోజోములలోగాని, వైరస్‌లలోగాని అనువంశికతను, కణాలలో సామాన్య వ్యవహారాలని నియంత్రించే శక్తిగల లక్షణాలు ఎక్కడినుంచి వస్తున్నాయి? క్రోమోజోములలోగాని, వైరస్‌లలోగాని ఉన్నది డిఎన్ఏ, ప్రోటీన్ మాత్రమే కాబట్టి, ఈ లక్షణాలన్నీ డిఎన్ఏ వల్లగాని, ప్రోటీన్ వల్లగాని, లేదా రెండింటి వల్లగాని సంక్రమిస్తూ ఉండొచ్చు.

తొలి దశలలో కణాలని నియంత్రించేది, అనువంశికతకి ఆధారభూతంగా ఉన్నది ప్రోటీన్ అణువులేనని శాస్త్రవేత్తలు అనుకునేవారు. డిఎన్ఏ ఏం చేసినా వాటి పని మహా అయితే ప్రోటీన్ అణువులకి సహకార సేవలు అందించడమేనని అనుకునేవారు.

అనువంశికత విషయంలో ప్రోటీన్లదే ప్రథమ పాత్ర అనుకోవడానికి బలమైన కారణాలు ఉన్నాయి. ఇంచుమించు ఒక శతాబ్ద కాలంపాటు జీవపదార్థంలో అత్యంత సంక్లిష్టమైన అణువులు ప్రోటీనులేనని శాస్త్రవేత్తలు నమ్ముతూ వచ్చారు. జీవపదార్థంలోనే కాకుండా అంతటి సంక్లిష్టమైన అణువులు మరకెక్కడా లేవని అనుకున్నారు.

ప్రోటీన్ అణువులు నిజంగానే బృహత్ అణువులు. ఒక్కొక్క అణువులోను కొన్ని వందల పరమాణువుల దగ్గరనుండి, కొన్ని వందల వేల పరమాణువుల వరకు ఉంటాయి. ప్రోటీనులు కాకుండా మరి కొన్ని బృహత్ అణువులు కూడా ఉన్నాయి. ఉదాహరణకి పిండి పదార్థంలోని అణువులు, కలపలో ఎక్కువగా ఉండే సెల్యులోజ్ పదార్థానికి చెందిన అణువులు మొదలైనవన్నీ బృహత్ అణువులే. కాని ప్రోటీనుల ముందు అవన్నీ దిగదుడుపేనని అనిపించింది.

బృహత్ అణువులని తేలికగా చిన్న చిన్న అంశాలుగా విడగొట్ట వచ్చు.

అలాంటి చిన్న అంశాలని పూసగుచ్చినట్లు మాలికలుగా కలిపి తిరిగి బృహత్ అణువులుగా కూర్చవచ్చు. సామాన్యంగా బృహత్ అణువులలో ఉండే చిన్న అంశాలన్నీ ఒకే జాతికి చెందినవై ఉంటాయి. ఉదాహరణకి పిండి పదార్థంలో ఉండే అంశాలు గ్లూకోజ్ అనే ఒక రకమైన సరళమైన చక్కెర అణువులే. అదే విధంగా సెల్యులోజ్‌ని కూడా గ్లూకోజ్ అణువులుగా విడగొట్టవచ్చు.

రసాయన శాస్త్రవేత్తలు ప్రయోగశాలలో తయారుచేయగల బృహత్ అణువులకి ప్లాస్టిక్కులు తార్కాణాలు. వీటిని సరళాంశాలుగా విడగొడితే అందులోని అణువులు ఒకటి రెండు జాతులకి మించి ఉండవు.

ప్రోటీన్‌లని కూడా సరళాంశాలుగా విడగొట్టవచ్చు. వాటినే అమినో ఆసిడ్లు అంటారు. అమినో ఆసిడ్లలో ఎన్నో జాతులు ఉన్నాయి. ఇరవై పైగా రకాలుగా ఉన్న అమినో ఆసిడ్ల మాలికలే ప్రోటీన్లు.

పిండి పదార్థం, సెల్యులోజ్, ప్లాస్టిక్ మొదలైన పదార్థాలు ఒకటి రెండు రకాల అణువులతో నిర్మితమై ఉంటాయి. తేడా అంతా మాలిక పొడవులోను, మాలిక ఆకృతిలో (అందులో శాఖలు ఉంటాయా, ఉండవా) మాత్రమే ఉంటుంది.

ప్రోటీన్ అణువులలోని అమినో ఆసిడ్ మాలికలలో తేడా అందులో అమినో ఆసిడ్ల రకాలలో మాత్రమే కాదు, వాటి కచ్చితమైన విన్యాసంలో కూడా ఉంటుంది. ప్రోటీన్లలోని అమినో ఆసిడ్లని కోటానుకోట్ల విన్యాసాలలో అమర్చవచ్చు. ఒక్కొక్క విన్యాసం ఒక్కొక్క ప్రోటీన్‌కి ప్రతీక.

అంటే ప్రతి ప్రాణిలోను – ప్రతి వ్యక్తిగత జీవిలోను – మరే ఇతర శరీరంలోను లేని ప్రత్యేకమైన ప్రోటీన్లు ఉండే అవకాశం ఉంటుంది. జీవరాశులలో అంత గొప్ప వైవిధ్యం ఉండడానికి, ప్రాణులు అనేకానేక రకాల పనులు చెయ్యగలగడానికి కారణం అంత వైవిధ్యం గల ప్రోటీన్ అణువులే అన్న భావన సమంజసంగా తోచింది.

లెవీన్ ప్రయోగాల ప్రకారం న్యూక్లిక్ ఆసిడ్లలో బృహత్ అణువులు

లేవు. వాటిలో నాలుగు రకాల న్యూక్లియోటైడ్‌లు మాత్రమే ఉన్నాయి. ఒక్కొక్క న్యూక్లిక్ ఆసిడ్‌లోను ఒక రకం న్యూక్లియోటైడ్ మాత్రమే ఉంటుంది అనిపించింది.

కణాలలో జరిగే గొప్ప వైవిధ్యం గల చర్యలన్నీ హెచ్చు సంఖ్యలో గల అనేక రకాల ఎంజైములల పని మీద ఆధారపడి ఉంటాయి. ఒక్కొక్క ఎంజైము ఒక ప్రత్యేక మోతాదులో మాత్రమే ఉండాలి. ఎంజైములలో ఉండేది ప్రోటీన్ అణువులే కాబట్టి, కణం దానికి కావలసిన ఎంజైములని దానికదే నిర్మించుకోగలదు కాబట్టి, ఈ ఎంజైములని నిర్మించడానికి కావలసిన సమాచారం (బ్లూ ప్రింట్) కణంలో ఎక్కడో ఉండి ఉండాలి.

ఒక ప్రోటీన్ అణువుకి బ్లూ ప్రింట్‌గా మనగలిగేటంత సంక్లిష్టత మరో ప్రోటీన్ అణువుకి మాత్రమే ఉంటుంది అనుకున్నారు. కేవలం నాలుగు న్యూక్లియోటైడ్లు గల డిఎన్ఏ అణువుల వల్ల అలాంటి బృహత్ కార్యం జరగడం అసంభవం అనుకున్నారు.

అయితే ఒక్కొక్క న్యూక్లిక్ ఆసిడ్ అణువులోను కేవలం నాలుగు న్యూక్లియోటైడ్లు మాత్రమే ఉంటాయని అనుకోవడంలో లెవీన్ దారుణంగా పొరబడ్డాడని తరువాత తెలిసింది. కణం నుండి న్యూక్లిక్ ఆసిడ్లని వెలికి తీయడానికి అతడు వాడిన పద్ధతులు చాలా మోటు పద్ధతులు. వాటి వల్ల ఆ అణువులు తునాతునకలై పోయేవి.

మరింత సున్నితమైన పద్ధతులతో న్యూక్లిక్ ఆసిడ్ అణువులని ఎలా వెలికి తీయాలో జీవరసాయన శాస్త్రవేత్తలు తెలుసుకోసాగారు. క్రమంగా వారికి ఇంకా ఇంకా పెద్ద అణువులు తారసపడ్డాయి. చిట్టచివరికి డిఎన్ఏలో కూడా బృహత్ అణువులు ఉన్నాయని, అవి ప్రోటీన్ అణువులకి తీసిపోకపోవడమే కాక, ప్రోటీన్‌ల కన్నా చాలా పెద్దవని తెలిసొచ్చింది.

ఇంత జరిగినా జీవ కణంలో అత్యంత ముఖ్యమైన అణువులు ప్రోటీన్‌లే అన్న భావనకి జీవరసాయన శాస్త్రవేత్తలు చాలా అలవాటు

పడిపోయారు. కాబట్టి ఎప్పటిలాగే డిఎన్ఏ అణువులని నిర్లక్ష్యం చేస్తూ వచ్చారు. కాని హఠాత్తుగా ఒకరోజు పరిస్థితులు తారుమారయ్యాయి.

3. విజేత పేరు డిఎన్ఏ

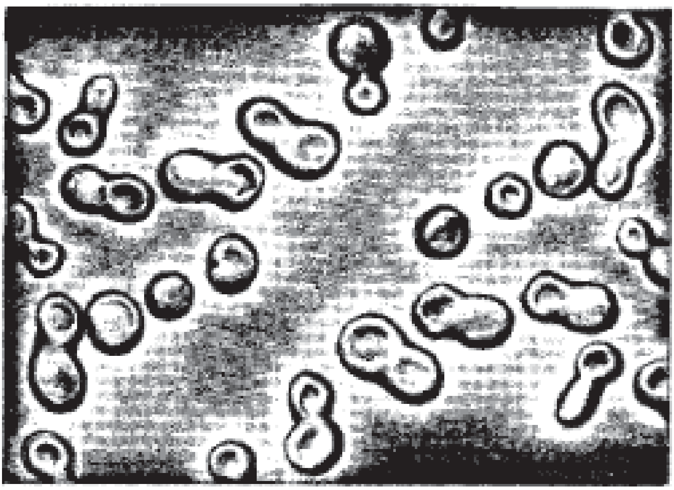
శాస్త్రవేత్తలు ఎంతో కాలంగా న్యూమోకోకై అనే బాక్టీరియాని అధ్యయనం చేస్తూ వస్తున్నారు. న్యుమోనియా అనే ఊపిరితిత్తుల రోగాన్ని ఈ న్యూమోకోకై కలుగచేస్తుంది (ఈ బాక్టీరియాకి ఏకవచనం న్యూమోకోకస్).

న్యూమోకోకైలో రెండు రకాలు ఉంటాయి. ఒక రకం బాక్టీరియాలో సంక్లిష్టమైన చక్కెరని పోలిన అణువులు గల నునుపైన పైతొడుగు ఉంటుంది. నున్నగా ఉంటుంది కాబట్టి దీనికి 'న్యూమోకోకస్ – యస్' అని పేరు. ఇక రెండవ జాతికి చెందిన న్యూమోకోకస్ బాక్టీరియాకి నునుపైన పైతొడుగు ఉండదు. కాబట్టి దాని ఉపరితలం గరుకుగా ఉంటుంది. దీని పేరు 'న్యూమోకోకస్ – ఆర్'.

న్యూమోకోకస్ – ఆర్‌లో నునుపైన పైతొడుగుని తయారుచేసుకోడానికి కావలసిన జన్యువు ఏదో లోపిస్తోంది. 1928లో ఫ్రెడెరిక్ రీస్ గ్రిఫిత్ (1879-1941) అనే బ్రిటిష్ జీవశాస్త్రవేత్త న్యూమోకోకస్-యస్ ని బాక్టీరియాలన్నీ పూర్తిగా చచ్చిపోయేదాక మరగకాచాడు. అప్పుడు చచ్చిపోయిన బాక్టీరియాలు ఉన్న ద్రావకాన్ని సజీవమైన న్యూమోకోకస్ ఉన్న జాడీలో కలిపాడు. పునరుత్పత్తి చెంది వృద్ధి చెందుతున్న న్యూమోకోకస్ బాక్టీరియాలు న్యూమోకోకస్-యస్ బాక్టీరియాలుగా మారడం కనిపించింది.

అంటే చనిపోయిన న్యూమోకోకస్-యస్‌లో ఇంకా నునుపైన పైతొడుగుని నిర్మించడానికి అవసరమైన జన్యువు సుస్థిరంగా, సక్రియంగా ఉందన్నమాట. ఆ జన్యువుని అది లోపించిన న్యూమోకోకస్-ఆర్ కి కలిపినప్పుడు ఆ బాక్టీరియా నునుపైన పైతొడుగుని తయారుచేసుకుని 'న్యూమోకోకస్-యస్'గా మారిపోయింది.

కాబట్టి ఆ రూపాంతరకారక తత్వాన్ని, అంటే ఆ జన్యువుని, కనుక్కోవాలని బయలుదేరారు శాస్త్రవేత్తలు. ఆ జన్యువు ఏదో ప్రోటీనే



న్యూమోకోకస్ బాక్టీరియా

అయ్యుంటుందని అందరూ అనుకున్నారు.

కెనడియన్-అమెరికన్ జీవశాస్త్రవేత్త ఆస్వాల్డ్ తియొడోర్ అవెరీ (1877-1955) కి ఈ సమస్య మీదకి మనసు మళ్ళింది. రూపాంతరకారక తత్వాన్ని కలిగిన ద్రావకాన్ని అంచెలంచెలుగా శుద్ధి చేస్తూ వచ్చాడు. అందులో చివరికి ఆ రూపాంతరకారక తత్త్వం తప్ప మరేమీ లేని స్థితికి తెచ్చాడు.

ఆ స్థితిలో ఇక ఆ ద్రావకంలో ఏముందో చూస్తే డిఎన్ఏ కనిపించింది. అందులో ప్రోటీన్ రవ్వంత కూడా లేదు. 1944లో అవెరీ, ఇద్దరు సహోద్యోగులతో కలిసి, డిఎన్ఏ మాత్రమే జన్యు పదార్థమని, అందులో ప్రోటీన్ ఛాయలు కూడా లేవని కనుక్కున్నాడు.

అదే నిజమైతే జన్యువులన్నీ డిఎన్ఏతోనే నిర్మితమై ఉండాలి. కణాల చర్యలని నియంత్రించే పదార్థం డిఎన్ఏనే. అనువంశిక లక్షణాలకి బ్లూప్రింట్ డిఎన్ఏలోనే ఉంది. ఆ పదార్థమే కణ విభజన జరిగినప్పుడు, ప్రత్యుత్పత్తి జరుపుకుంటున్న జంతువులలోను, మొక్కలలోను తల్లిదండ్రుల నుండి పిల్లలకి సంక్రమిస్తుంది.

అవెరీ ఆ ఆవిష్కరణ జరిపిన తరువాత కణాన్ని డిఎన్ఏనే

నియంత్రిస్తోందన్న భావన మీద శాస్త్రవేత్తలకి క్రమంగా నమ్మకం పెరిగింది. ఉదాహరణకి 1952లో అమెరికన్ జీవశాస్త్రవేత్త ఆల్ఫ్రెడ్ డే హెర్షీ (1908–1997) కణం మీదకి ఒక వైరస్ దాడి చేసినప్పుడు ఆ వైరస్ డిఎన్ఏ మాత్రమే కణంలోకి ప్రవేశిస్తుందని కనుక్కున్నాడు. వైరస్‌కి చెందిన ప్రోటీన్ మాత్రం బయటే ఉండిపోయింది. కణంలోకి ప్రవేశించిన వైరస్–డిఎన్ఏ అక్కడ తనకి పలు ప్రతిరూపాలని నిర్మించుకుంటోంది. అంతేకాదు. బయట మిగిలిపోయిన వైరస్ ప్రోటీన్‌ని పోలిన ప్రోటీన్ కూడా పెద్ద ఎత్తున కణం లోపలే నిర్మితమవుతోంది. దీనిని బట్టి ప్రోటీన్ల నిర్మాణానికి కావలసిన బ్లూప్రింట్ డిఎన్ఏలోనే ఉందని అర్థమవుతోంది.

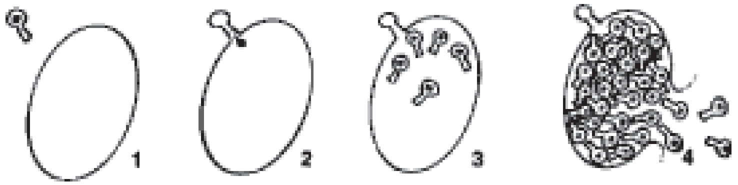
ఇప్పుడిక డిఎన్ఏ అణువులో బ్లూప్రింట్ కాగల ప్రాంతం ఎక్కడుందో తెలుసుకోవలసి ఉంది. డిఎన్ఏకి ఎన్ని ప్రతిరూపాలు తయారు అవుతున్నా ఆ బ్లూప్రింట్ చెక్కుచెదరకుండా ఎలా ఉంటోంది?

1944లో సరిగ్గా అవెరీ తన డిఎన్ఏ ఆవిష్కారాలని ప్రకటిస్తున్న కాలంలోనే, సంక్లిష్టమైన మిశ్రమాలని విశ్లేషించే ఒక కొత్త పద్ధతిని కనుక్కున్నారు. దాని పేరే కాగితపు వర్ణమానిని (పేపర్ క్రొమటోగ్రఫీ). దీని సహాయంతో ఒక రసాయన మిశ్రమాన్ని దాని అంశాలుగా విడదీయవచ్చు. అనతికాలంలోనే ఈ కొత్త విధానాన్ని డిఎన్ఏ విశ్లేషణలో వాడడం మొదలుపెట్టారు.

ఆస్ట్రేలియన్–అమెరికన్ జీవరసాయన శాస్త్రవేత్త ఎర్విన్ షార్గాఫ్ (1905–2002) డిఎన్ఏ అణువుని ఛిద్రం చేసి అందులోని ప్యూరీన్‌లని, పిరమిడ్లని పూర్తిగా వేరు చేశాడు.

అప్పుడు ప్యూరీన్‌ల (అడెనీన్ + గువనీన్), పిరమిడీన్ల (సైటొసీన్ + థైమీన్) మిశ్రమాన్ని వేరు వేరుగా తీసుకుని అందులో ఏఏ పదార్థం ఎంతెంత ఉందో విశ్లేషించాడు.

తాను పరీక్షించిన డిఎన్ఏ పదార్థంలో మొత్తం ప్యూరీన్ అణువుల



కణంపై దాడి చేసి దాన్ని నాశనం చేసిన వైరస్

సంఖ్య ఎప్పుడూ, పిరమిడీన్ల అణువుల సంఖ్యతో సరిసమానం అని 1948లో షార్గాఫ్ నిరూపించాడు. అంటే అడెనీన్ + గువనీన్ = సైటొసీన్ + థైమీన్ అన్నమాట. ఇంకా జాగ్రత్తగా విశ్లేషిస్తే అడెనీన్ అణువుల సంఖ్య ఎప్పుడూ సైటొసీన్ అణువుల సంఖ్యతో సమానంగా ఉంటోంది.

ఇలా ఎందుకు ఉండాలో షార్గాఫ్‌కి అర్థం కాలేదు. ఈ విశేషానికి డిఎన్ఏ విన్యాసంతో ఏదో సంబంధం ఉండాలని మాత్రం అనుకున్నాడు.

డిఎన్ఏ అణువులని శోధించడానికి మరో పద్ధతి డిఎన్ఏ మాత్రమే మిగిలేలా డిఎన్ఏ ఉన్న ద్రావకాన్ని శుద్ధి చెయ్యడం. అప్పుడు ఆ ద్రావకంలోంచి సన్నని డిఎన్ఏ తీగలని వెలికితీయాలి. ఆ తీగల మీదకి ఎక్స్- కిరణాలని ప్రసరించాలి. ఆ ఎక్స్- కిరణాలు డిఎన్ఏలో పరమాణువులని ఢీకొని ఎటో పరావర్తనం చెందుతాయి.

డిఎన్ఏ లాంటి పొడవైన అణువులో ఒకే విన్యాసం పదే పదే ఆవృత్తి చెందుతోంది అనుకుందాం. అంటే డిఎన్ఏ అణువులో ఒకచోట కొన్ని ప్రత్యేక పరమాణువుల కూటమి ఉంటే, కాస్త దూరంలో మళ్ళీ సరిగ్గా అదే పరమాణువుల కూటమి ఉంటుందన్నమాట. (మనం గచ్చుకి వేసే టైల్స్ డిజైన్‌లో లాగా ఒకే విన్యాసం మళ్ళీ మళ్ళీ వస్తుందన్నమాట.)

అలాంటి విన్యాసం గల డిఎన్ఏ అణువు మీద ఎక్స్-రేలు పడినప్పుడు, ఒకచోట ఉన్న పరమాణు కూటమినుండి ఏ దిశలో పరావర్తనం చెందుతాయో, కాస్త దూరంలో ఉన్న అలాంటి పరమాణు కూటమి నుండి కూడా సరిగ్గా అదే దిశలో పరావర్తనం చెందుతాయి. కాబట్టి పరావర్తనం

చెందుతున్న ఎక్స్-కిరణాలు ఇష్టం వచ్చిన దిశలలో పోకుండా, కొన్ని ప్రత్యేక దిశలలోనే ప్రసరిస్తాయి.

ఎక్స్-కిరణాలు ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫిల్మ్ మీద ప్రభావాన్ని చూబిస్తాయి కాబట్టి వాటి వల్ల ఏర్పడ్డ చిత్రాన్ని ఫోటో తియ్యవచ్చు. డిఎన్ఏ అణువులోని పరమాణువులు ప్రత్యేక ఆవృత్తి లేకుండా ఉంటే వాటి మీద పడ్డ ఎక్స్-కిరణాలు రకరకాల దిశలలో పరావర్తనం చెందుతాయి. వాటి వల్ల ఏర్పడ్డ ఫోటో మబ్బులా అలుక్కుపోయినట్లు ఉంటుంది.

అలా కాకుండా డిఎన్ఏ అణువులలో చక్కని ఆవృత్తి గల విన్యాసం ఉంటే ఎక్స్-కిరణాలు కొన్ని ప్రత్యేక దిశలలోనే పరావర్తనం చెందుతాయి. అలా ఏర్పడ్డ చిత్రాన్నే ఎక్స్-రే డైఫ్రాక్షన్ చిత్రం అంటారు. అలాంటి చిత్రం ఆధారంగా డిఎన్ఏ అణువు విన్యాసంలో ఎలాంటి ఆవృత్తి ఉందో తెలుసుకోవచ్చు. అలాంటి సమాచారం నుండి డిఎన్ఏ త్రిమితీయ (పొడవు, వెడల్పు, ఎత్తు అనే మూడు పరిమాణాలు గల) నమూనాని తయారు చేసి, అందులో ఏ పరమాణువు ఎక్కడ ఉందో సూచించవచ్చు.

1951లో అమెరికన్ రసాయన శాస్త్రవేత్త లైనస్ కార్ల్ పాలింగ్ (1901-1994) ప్రోటీన్ విన్యాసం మీద పనిచేశాడు. ఎక్స్-రే డైఫ్రాక్షన్ పద్ధతులని, తన సొంత అధ్యయనాలని ఉపయోగించి ప్రోటీన్ విన్యాసాన్ని కనుక్కునే కృషి చేశాడు. అమినో ఆసిడ్ గొలుసులు హెలిక్స్ ఆకారంలో మెలి తిరిగి ఉంటాయని నిరూపించాడు. ఈ హెలిక్స్ ఆకారంలో ఉండే సామాన్య వస్తువుల ఉదాహరణగా స్ప్రింగులు, సర్పిలాకారపు మెట్లని (స్పైరల్ స్టెయిర్‌కేస్)

లైనస్ పాలింగ్

తీసుకోవచ్చు.

అయితే అత్యంత సరళమైన ప్రోటీన్లలోనే అమినో ఆసిడ్లు పొడవైన హెలిక్స్ ఆకారపు గొలుసుకట్టుగా ఏర్పడతాయి. ఎంజైముల వంటి ప్రోటీన్లలో అయితే ఈ గొలుసులు ఇంకా సంక్లిష్టమైన రీతుల్లో ముడుచుకుంటాయి. అయినా అసలు ముందు హెలిక్స్ ఆకారపు అణువుని అర్థం చేసుకుంటే, మరింత సంక్లిష్టమైన విన్యాసాలని పోగా పోగా అర్థం చేసుకోవచ్చు. ప్రస్తుతం ఎన్నో ప్రోటీన్ల విన్యాసాలు మనకి కచ్చితంగా తెలుసు.

పాలింగ్ సూచన జీవరసాయన శాస్త్రవేత్తలకి చాలా నచ్చింది. డిఎన్ఏ అణువులలో ఉండే న్యూక్లియోటైడ్ల గొలుసులు కూడా హెలిక్స్ ఆకారంలో మెలితిరిగి ఉంటాయని చాలా మంది అభిప్రాయపడ్డారు.

4. డబుల్ హెలిక్స్

డిఎన్ఏ హెలిక్స్ ఆకారంలో మెలితిరిగి ఉండవచ్చన్న దాని మీద చాలా ఆసక్తి చూపించిన ఇద్దరు శాస్త్రవేత్తలు ఉన్నారు. వాళ్ళు బ్రిటిష్ శాస్త్రవేత్త ఫ్రాన్సిస్ హారీ క్రాంప్టన్ క్రిక్ (1916–2004), అతడి అమెరికన్ సహోద్యోగి జేమ్స్ డువీ వాట్సన్ (1928–).

వాళ్ళు ఎన్నో రకాల హెలిక్స్ విన్యాసాలని పరీక్షించి చూశారు. కాని ఏవీ సరిపోలేదు. సరైన హెలిక్స్ విన్యాసంలో పరమాణువులన్నీ ఒకదాంతో ఒకటి పొందిగ్గా సరిపోవాలి. ఎక్స్–కిరణ డైఫ్రాక్షన్ సమాచారంతో సరిపోవాలి. న్యూక్లిక్ ఆసిడ్ ఎలా పనిచేస్తుందో కూడా ఆ విన్యాసం వివరించాలి. వాట్సన్, క్రిక్‌లు ఎంత ప్రయత్నించినా ఆ అవసరాలన్నీ తీర్చే విన్యాసం ఏదీ తెలిసిరాలేదు.

వాళ్ళకి కావలసింది శుద్ధ డిఎన్ఏకి సంబంధించిన ఎక్స్–కిరణ డైఫ్రాక్షన్ సమాచారం. కాని అలాంటి సమాచారాన్ని సాధించడం అంత తేలిక కాదు.

రోసలిండ్ ఫ్రాంక్లిన్

అప్పుడు కాకతాళీయంగా ఒక సంఘటన జరిగింది. క్రిక్, వాట్సన్‌లు పనిచేస్తున్న చోటే న్యూజీలాండ్‌కి చెందిన మారిస్ హ్యూ ఫ్రెడెరిక్ విల్కిన్స్ (1916–2004) అనే జీవరసాయన శాస్త్రవేత్త ఉన్నాడు. అతడు అత్యంత శుద్ధమైన డిఎన్ఏ పదార్థాన్ని తయారుచేశాడు. దాని నుండి వచ్చే ఎక్స్–కిరణ డైఫ్రాక్షన్ చిత్రాలు చాలా స్పష్టంగా ఉంటాయని

ఆశించారు. విల్కిన్స్‌తో పని చేసే రోసలిండ్ ఎల్సీ ఫ్రాంక్లిన్ (1920–1958) అనే బ్రిటిష్ రసాయన శాస్త్రవేత్త ఉండేది. విల్కిన్స్ శుద్ధి చేసిన డిఎన్ఏ తీగలతో ఈమె అత్యంత శ్రేష్ఠమైన ఎక్స్–కిరణ డైఫ్రాక్షన్ చిత్రాలని తయారుచేసింది.

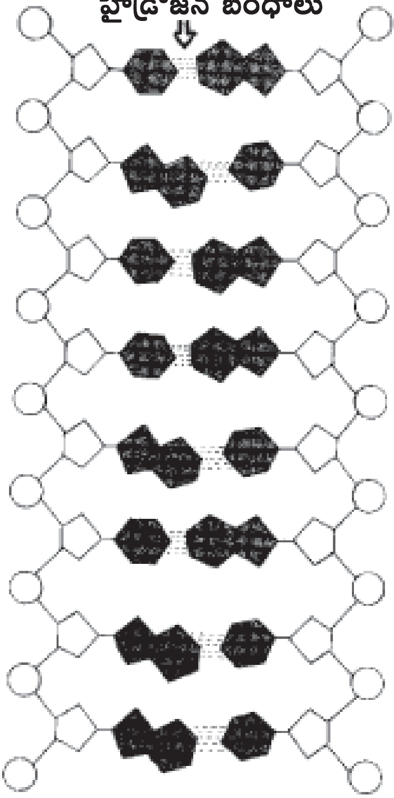
ఫ్రాంక్లిన్ అత్యంత శ్రద్ధతో పనిచేసే శాస్త్రవేత్త. ఆమె తీసిన ఫోటోల అర్థాన్ని తెలుసుకోవడానికి ఆమె తొందరపడలేదు. వాటి అన్వయంలో పొరబడకూడదని ఆమె అభిప్రాయం. కాబట్టి తీరిగ్గా పరీక్షిద్దాంలే అని పక్కన పెట్టింది.

విల్కిన్స్ మాత్రం ఆమె అనుమతి తీసుకోకుండా వాట్సన్, క్రిక్‌లకి ఆ ఫోటోలు చూపించాడు. ఫ్రాంక్లిన్‌లాగా కాకుండా ఆ ఫోటోలని వాళ్ళు (ముఖ్యంగా వాట్సన్) వెంటనే ఉత్సాహంగా పరిశీలించారు. ఫోటోలని చూసీ చూడగానే డిఎన్ఏ విన్యాసం గురించి చక్కని అవగాహన ఏర్పడింది.

ప్రోటీన్ అణువులో అమినో ఆసిడ్ల గొలుసు ఉన్నట్లే, డిఎన్ఏలో న్యూక్లియోటైడ్ల జంట గొలుసులు ఉంటాయని వాట్సన్, క్రిక్‌లు కనుక్కున్నారు. రెండు గొలుసులలోను ప్యూరీన్లు, పిరమిడీన్లు ఒకదానికొకటి అభిముఖంగా ఉండేట్లుగా ఆ గొలుసులు అమరి ఉన్నాయని కూడా తెలుసుకున్నారు.

రసాయన శాస్త్రవేత్తలు హైడ్రోజన్ బంధాలు అని పిలిచే బంధాలతో రెండు న్యూక్లియోటైడ్ గొలుసులలోను ప్యూరీన్లు, పిరమిడీన్లు ముడిపడి ఉంటాయి. అణువులోని పరమాణువులని కలిపి ఉంచే ఇతర బంధాల కన్నా ఈ హైడ్రోజన్ బంధం మరింత బలహీనమైనది. సాధారణ పరిస్థితులలో ఈ రెండు గొలుసులని కలిపి ఉంచడానికి హైడ్రోజన్ బంధాలు చాలు. కాని కీలక పరిస్థితులలో ఈ రెండు గొలుసులని వేరు చెయ్యడానికి వీలవుతుంది.

ఈ రెండు గొలుసులని జిప్‌లో ఉండే రెండు పళ్ళ వరసలతో పోల్చవచ్చు. సాధారణ పరిస్థితులలో ఈ జిప్‌లో రెండు పళ్ళ వరసలు కలిసి



న్యూక్లియోటైడ్ గొలుసు న్యూక్లియోటైడ్ గొలుసు

ఉంటాయి. కాని జిప్‌ని కొంచెం కిందకి లాగగానే రెండు పళ్ళ వరసలూ తేలికగా విడిపోతాయి.

న్యూక్లియోటైడ్ గొలుసుల మధ్య ఖాళీని భర్తీ చెయ్యాలంటే ఒక పక్క రెండు వలయాలు ఉన్న ప్యూరీన్‌కి అభిముఖంగా ఒకే వలయం ఉండే పిరమిడీన్ ఉండాలి. ఈ కారణం వల్ల న్యూక్లియోటైడ్ గొలుసుల మధ్య ప్రతి స్థానంలోను మూడు వలయాలు పట్టేటంత స్థలం మాత్రమే ఉంటుంది. కాని ప్రతి ప్యూరీన్‌కి ఒక పిరమిడీన్ అభిముఖంగా ఉంటే అంత స్థలం ఉండదు. ఎలా చూసినా అనుకున్న స్థానాల వద్ద రెండు గొలుసులు

అతుక్కోవు.

అడెనీన్, థైమీన్‌లని హైడ్రోజన్ బంధాలు కుదురుగా కలుపుతాయి. అలాగే గువనీన్, సైటొసీన్‌లని కూడా కలుపుతాయి. అయితే హైడ్రోజన్ బంధాలతో కూడుకున్న ఈ బంధం బలహీనంగా ఉంటుంది. న్యూక్లియోటైడ్ గొలుసులో ఒక పక్క న్యూక్లియోటైడ్ల్ వరస ఎలాగైనా ఉండొచ్చు. కాని అవతలి పక్క ఉన్న గొలుసులో అందుకు అనుకూలమైన వరస మాత్రమే ఉండాలి. ఉదాహరణకి ఒక పక్క గొలుసులో న్యూక్లియోటైడ్ల వరస A, G, A, t, t, c, G, G, G, c ఉన్నట్లయితే అవతలి పక్క న్యూక్లియోటైడ్ల వరస t, c, t, A, A, G, c, c, c, G అవుతుంది.

డి.ఎన్.ఏ. డబల్ హెలెక్స్ నిర్మాణం

డిఎన్ఏ అణువులో ఎప్పుడో షార్గాఫ్ కనుక్కున్నట్లు అడెనీన్లు, థైమీన్లు సమాన సంఖ్యలో ఉంటాయన్న విషయానికి, గువనీన్లు, సైటొసీన్లు సమాన సంఖ్యలో ఉంటాయన్న విషయానికి కారణం కనిపించింది.

చివరిగా మరో ముఖ్యమైన విషయం ఏమిటంటే డిఎన్ఏలో రెండు న్యూక్లియోటైడ్ల గొలుసులూ ఒకదాన్నొకటి పెనవేసుకుని డబుల్ హెలిక్స్ విన్యాసాన్ని సంతరించుకుంటాయి. మెలికలు తిరిగే జంట మెట్ల దారుల వంటివి ఆ గొలుసులు.

దాంతో సమస్య విడిపోయింది. 1953లో వాట్సన్, క్రిక్‌లు డిఎన్ఏ డబల్ హెలిక్స్ నిర్మాణాన్ని వర్ణించారు. వైజ్ఞానిక లోకంలో ఆ ఆవిష్కరణ గొప్ప సంచలనాన్ని రేకెత్తించింది. వాట్సన్, క్రిక్, విల్కిన్స్‌లు ముగ్గురూ 1962లో జీవక్రియాశాస్త్రం, వైద్యం రంగంలో నోబెల్ బహుమతిని పంచుకున్నారు. ఫ్రాంక్లిన్‌కి కూడా ఆ గౌరవం దక్కేదే. కాని అప్పటికి నాలుగేళ్ళ క్రితమే ఆమె మరణించింది.

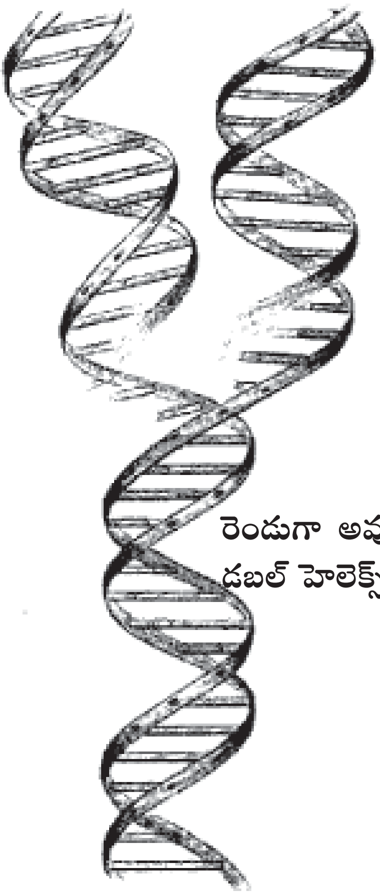
వాట్సన్, క్రిక్‌లు ప్రతిపాదించిన డిఎన్ఏ నిర్మాణాన్ని ఆధారంగా చేసుకుని కణవిభజన జరిగే సమయంలో డిఎన్ఏ అణువులు వాటి ప్రతిరూపాలని ఎలా తయారు చేసుకుంటాయో వివరించడానికి వీలయ్యింది. ప్రతి డిఎన్ఏ అణువు కచ్చితంగా దాని ప్రతిరూపాన్ని అది చేసుకోగలదు కాబట్టి ఒక చర్మపు కణం రెండు చర్మపు కణాలుగా విభజన చెందుతాయి. అందుకే అండ కణాలలో డిఎన్ఏలు తల్లి కణాలలో డిఎన్ఏని పోలి ఉంటాయి. అలాగే శుక్ర కణాలలో డిఎన్ఏ తండ్రి కణాలలో డిఎన్ఏలని పోలి ఉంటాయి. ఆ తల్లిదండ్రులకి పుట్టిన పిల్ల కణాలలో తల్లిదండ్రుల డిఎన్ఏ మిశ్రమం ఉంటుంది.

కణం స్థాయిలో ఈ వ్యవహారం అంతా ఇలా జరుగుతుంది: విభజన చెందడానికి సిద్ధంగా ఉన్న కణంలో డిఎన్ఏలో ఉన్న రెండు గొలుసులు దూరంగా జరగటం మొదలుపెడతాయి. ప్రతి గొలుసులోను ఉన్న న్యూక్లియోటైడ్లు కణం లోపల ఉన్న ఏకాంత న్యూక్లియోటైడ్ అణువులని పట్టుకుంటాయి.

ఉదాహరణకి డిఎన్ఏ అణువులో ఒక చోట థైమీన్-అడెనీన్ సమ్మేళనం విడిపోయినప్పుడు ఆ థైమీన్ అణువు దారేపోయే ఒక అడెనీన్ అణువుని చటుక్కున అందుకుంటుంది. థైమీన్‌తో అంత కచ్చితంగా అతుక్కుపోయే అణువు ఆ కణ మాధ్యమంలో ఒక్క అడెనొసీన్ మాత్రమే. అదే విధంగా అవతలి గొలుసు మీద ఉన్న అడెనీన్ అణువు అందుబాటులో

ఉన్న థైమీన్ అణువుని అందుకుంటుంది. అడెనీన్, థైమీన్‌లు కూడా ఒకదానితో ఒకటి సరిగ్గా సరిపోతాయి.

అదే విధంగా గువనీన్, సైటొసీన్ సమ్మేళనం దూరంగా జరిగేటప్పుడు, గువనీన్ ఒక సైటొసీన్ న్యూక్లియోటైడ్‌ని, సైటొసీన్ ఒక గువనీన్ న్యూక్లియోటైడ్‌ని అందుకుంటాయి. ఈ రెండు కొత్త న్యూక్లియోటైడ్లు గొలుసుకి అతుక్కుని కొత్త గొలుసుగా ఏర్పడతాయి. దీని ఫలితంగా డబల్ హెలిక్స్ పూర్తిగా విడిపోయే సమయానికి ఒక్కొక్క న్యూక్లియోటైడ్ గొలుసుకి దాన్ని పోలిన మరో న్యూక్లియోటైడ్ గొలుసు ఏర్పడుతుంది. ఆ విధంగా మొదట రెండు న్యూక్లియోటైడ్ గొలుసులు ఉన్న చోట నాలుగు న్యూక్లియోటైడ్ గొలుసులు ఏర్పడతాయి.



రెండుగా అవుతున్న డబల్ హెలెక్స్

ఆ విధంగా డిఎన్ఏ అణువు కణ విభజన జరిగేటప్పుడు దాని కచ్చితమైన ప్రతిరూపాన్ని అదే తయారు చేసుకుంటుంది. ప్రతి క్రోమోజోముకి ప్రతిరూపం ఏర్పడుతుంది. పుట్టిన రెండు శిశు కణాలకి ఒక కొత్త క్రోమోజోముల సముదాయం దక్కుతుంది. తల్లి కణంలో ఉన్న క్రోమోజోముల సముదాయానికి ప్రతిరూపమే ఈ రెండు

క్రోమోజోముల సముదాయాలు.

తల్లి అండకణంలో ఉన్న డిఎన్ఏ అణువుల నుండి, తండ్రి శుక్ర కణంలో ఉన్న డిఎన్ఏ అణువుల నుండి ఆవిర్భవించిన శిశుప్రాణికి తల్లిదండ్రులు ఇద్దరి నుండి కొన్ని లక్షణాలు సంక్రమిస్తాయి. ఈ విధమైన డిఎన్ఏ ప్రతికృతి నిర్దోషంగా జరిగితే శిశువు శారీరక లక్షణాలు పూర్తిగా తండ్రి పోలికలో గాని, పూర్తిగా తల్లి పోలికలో గాని, తల్లిదండ్రులు ఇద్దరి నుండి వచ్చిన మిశ్రమ లక్షణాలు గాని సంక్రమిస్తాయి.

అయితే ప్రకృతిలో లోపం లేని ప్రక్రియే ఉండదు. ప్రతికృతి జరిగే ప్రక్రియలో అప్పుడప్పుడు తప్పులు దొర్లుతాయి. ఏదో దారిన కొట్టుకుపోతున్న ఒక న్యూక్లియోటైడ్ పొరపాటున తప్పుడు స్థానంలో దిగబడవచ్చు. కొన్నిచోట్ల ఒక న్యూక్లియోటైడ్ తక్కువ రావచ్చు. లేదా అదనంగా ఒక న్యూక్లియోటైడ్ వచ్చి చేరవచ్చు. అలాంటి పొరబాట్ల వల్ల డిఎన్ఏలో శాశ్వతమైన మార్పులు రావచ్చు. ఆ మార్పులు భవిష్యత్తులో జరిగే ప్రతికృతులలో కూడా సుస్థిరంగా నిలిచిపోవచ్చు.

దీని ఫలితంగా వచ్చేదే ఉత్పరివర్తన. అలాంటి మార్పు వల్ల పుట్టిన కొత్త కణానికి గాని, ప్రాణికి గాని తల్లిదండ్రులలో లేని లక్షణాలు సంక్రమిస్తాయి. ఈ ఉత్పరివర్తనలే పరిణామ పురోగతికి బాటలు అవుతాయి.

5. త్రయాల నుండి అమినో ఆసిడ్ల వరకు

ప్రతికృతి వల్ల ఒక డిఎన్ఏ అణువు మరో డిఎన్ఏ అణువుగా ఎలా మారుతుందో మాత్రమే తెలుస్తుంది. కాని కణాలలోని చర్యలని, జీవరాశుల లక్షణాలని డిఎన్ఏ ఎలా నియంత్రిస్తాయి? కణాలలో రసాయన చర్యలని శాసించే ఎంజైముల ఉత్పత్తిని నియంత్రించడం ద్వారా డిఎన్ఏ అణువులోని న్యూక్లియోటైడ్ల వరసక్రమం, ప్రోటీన్‌లోని అమినో ఆసిడ్ల వరసక్రమాన్ని శాసిస్తుందేమో.

కాని అదెలా సాధ్యం? ప్రతి ఎంజైము అణువులోను ఇరవై రకాల వివిధ అమినో ఆసిడ్ల ప్రత్యేక వరసక్రమం ఉంటుంది. మరి ఇరవై రకాల అమినో ఆసిడ్ల సమాచారాన్ని నాలుగు న్యూక్లియోటైడ్లలోకి సంక్షిప్తం చెయ్యడానికి ఎలా సాధ్యమవుతుంది?

ఇది పూర్తిగా అసాధ్యం కాదు. ఉదాహరణకి ఇంగ్లీష్ భాషలో ఇరవై ఆరు అక్షరాలు మాత్రమే ఉంటాయి. కాని ఇంగ్లీషులో ఏ సందేశాన్నయినా మోర్స్ కోడ్‌లో పంపించడానికి వీలవుతుంది. మోర్స్ కోడ్‌లో రెండే అక్షరాలు, లేదా ప్రతీకలు – డాట్ (చుక్క), డాష్ (అడ్డగీత) – ఉంటాయి. పలు డాట్లు, డాష్‌ల కూటమి ఒక ఇంగ్లీషు అక్షరానికి సంకేతంగా నిలుస్తుంది. కేవలం డాట్లని, డాష్‌లని రకరకాలుగా కలుపుతూ ఏ అక్షరాన్నయినా వ్యక్తం చెయ్యవచ్చు.

1954లో వాట్సన్, క్రిక్‌లు డిఎన్ఏ అణువిన్యాసాన్ని ప్రతిపాదించిన కొద్ది కాలంలోనే జార్జ్ గామోవ్ (1904–1968) అనే రష్యన్–అమెరికన్ శాస్త్రవేత్త పలు న్యూక్లియోటైడ్లు కలిసి ఒక అమినో ఆసిడ్‌కి సంకేతంగా ఉన్నాయి అని ప్రతిపాదించాడు.

ఉదాహరణకి ఒక డిఎన్ఏ అణువులో న్యూక్లియోటైడ్ల గొలుసులోని వరసగా అధ్యయనం చేస్తున్నారని అనుకోండి. నాలుగు న్యూక్లియోటైడ్లలో

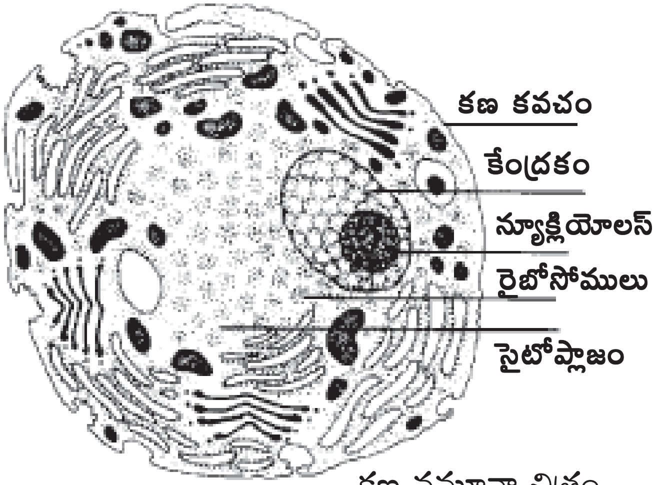
మొదటి న్యూక్లియోటైడ్ ఏదైనా కావచ్చు. అలాగే రెండవ న్యూక్లియోటైడ్ కూడా నాలుగు న్యూక్లియోటైడ్లలో ఏదైనా కావచ్చు. అంటే మొదటి రెండు న్యూక్లియోటైడ్ల వరసని పరిగణిస్తే మొత్తం 4x4 = 16 విన్యాసాలు ఉన్నాయన్నమాట. ఈ 16 విన్యాసాలని GG, GA, Gc, cG, Ac, At, … ఇలా రాస్తూ పోవచ్చు. అన్ని రకాల ఏర్పాట్లని రాస్తే మొత్తం పదహారు అవుతాయి.

కాని పదహారు జతలు మనకి సరిపోవు. కాబట్టి ఇప్పుడు మూడు మూడేసి న్యూక్లియోటైడ్లని పరిగణిద్దాం. ఈసారి 4x4x4 = 64 విన్యాసాలు సాధ్యమవుతాయి. ఇవి అవసరమైన వాటి కన్నా చాలా ఎక్కువ. వీటిలో పలు విన్యాసాలు ఒకే అమినో ఆసిడ్‌కి సంకేతం అనుకుంటే సరిపోతుంది. ఆ విధంగా న్యూక్లియోటైడ్ త్రయాలు అమినో ఆసిడ్లకి సంకేతాలు కాగలవు. అలాగే ప్రోటీన్‌లో మొదటి అమినో ఆసిడ్‌కి గుర్తుగా ఒక త్రయం, చివరి అమినో ఆసిడ్‌కి గుర్తుగా మరో త్రయం ఉంటాయని ఊహించుకోవచ్చు.

మరి డిఎన్ఏ అణువులో ఉండే సమాచారం – అంటే వాటి న్యూక్లియోటైడ్ల త్రయాల వరసక్రమం – కణంలో ఎంజైములు తయారయ్యే చోటికి ఎలా చేరుతుంది? డిఎన్ఏ అణువులు కణంలోని కేంద్రకంలో ఉండే క్రోమోజోముల్లో ఉంటాయి. కాని ఎంజైములు కేంద్రానికి బయట సైటోప్లాజంలో తయారవుతాయి.

ఎంజైముల నిర్మాణ స్థానం గురించి 1956లో రుమానియన్–అమెరికన్ జీవశాస్త్రవేత్త జార్జ్ ఎమిలీ పాలడే (1912–2008) కనుక్కున్నాడు. ఇతగాడు తన కృషిలో ఎలక్ట్రాన్ మైక్రోస్కోప్ వాడాడు. సామాన్య మైక్రోస్కోపులు చేయలేనంతగా ఈ ఎలక్ట్రాన్ మైక్రోస్కోపులు కణ అంతరంగ అంశాలని పెద్దవిగా చూపించగలవు. అలాంటి పరిశీలనలలో ఇతడు కణం లోపల పెద్ద సంఖ్యలో చిన్న చిన్న నిర్మాణాలని కనుక్కున్నాడు. ప్రతి మానవ కణంలో ఇలాంటి నిర్మాణాలు రమారమి 1,50,000 ఉంటాయేమో. ఇక్కడే ఎంజైములు తయారవుతాయి. ఈ నిర్మాణాలలో బోలెడంత ఆర్ఎన్ఏ (రైబో

న్యూక్లీక్ ఆసిడ్) ఉంటుంది. అందుకే ఈ నిర్మాణాలకి రైబోసోములు అని పేరు పెట్టారు.



కణ నమూనా చిత్రం

ఈ కృషి ఫలితంగా పాలడేకి 1974లో జీవక్రియా శాస్త్రంలో, వైద్య శాస్త్రంలో నోబెల్ బహుమతి వచ్చింది.

కాని డిఎన్ఏలో ఉండే సమాచారం క్రోమోజోముల నుండి రైబోసోముల వద్దకి ఎలా చేరింది?

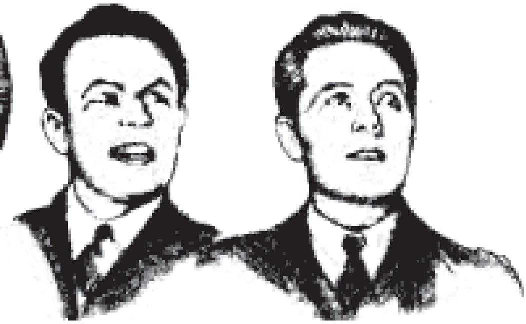
1961లో జాక్ లూసియేన్ మోనో (1910–1976), ఫ్రాన్సువా జాకోబ్ (1920–) అనే ఇద్దరు ఫ్రెంచ్ జీవ రసాయన శాస్త్రవేత్తలు పై ప్రశ్నకి సమాధానం ఆర్ఎన్ఏలో ఉందని సూచించారు. ఆర్ఎన్ఏ న్యూక్లియస్‌లోనే కాక సైటోప్లాజంలో కూడా ఉంటుంది. ముఖ్యంగా రైబోసోమ్‌లలో అయితే మరీ ఎక్కువగా ఉంటుంది. అంతేకాక ఆర్ఎన్ఏకి డిఎన్ఏని పోలిన అణు విన్యాసం ఉంటుంది. అయితే అందులో డీఆక్సీ రైబోస్‌కి బదులు రైబోస్ ఉంటుంది, థైమీన్‌కి బదులు యురసిల్ ఉంటుంది. డిఎన్ఏ అణువు ప్రతికృతి చెందినప్పుడు అప్పుడప్పుడు మరో డిఎన్ఏ అణువు తయారు కాకుండా ఒక ఆర్ఎన్ఏ అణువు తయారు కావచ్చునేమో?

అలా తయారైన ఆర్ఎన్ఏ న్యూక్లియోటైడ్ గొలుసులో న్యూక్లియోటైడ్‌లన్నీ అచ్చం డిఎన్ఏ న్యూక్లియోటైడ్ గొలుసులో ఉన్నట్లే ఉంటాయి. అయితే థైమీన్ ఉన్నచోట యురసిల్ ప్రతిక్షేపించబడుతుంది. అలా తయారైన ఆర్ఎన్ఏ అణువు కేంద్రకం నుండి బయటపడుతుంది. కేంద్రకంలోని డిఎన్ఏ లోని సమాచారాన్ని రైబోస్ వద్దకి చేరవేయగల దూత అణువు అదే. అందుకే ఆ ఆర్ఎన్ఏ అణువుని దూత–ఆర్ఎన్ఏ అంటారు.

మోనో, జాకోబ్‌ల ప్రతిపాదన నిజమని తేలింది. ఈ కృషికి, న్యూక్లీక్ ఆసిడ్ల్ గురించి చేసిన ఇతర కృషికి ఫలితంగా జాకోబ్, మోనోలు జీవక్రియాశాస్త్రం, వైద్యశాస్త్రంలో నోబెల్ బహుమతిని పంచుకున్నారు.

నోబెల్ బహుమతి గ్రహీతలు

నోబెల్ పతకం



ఫ్రాన్సువా జాకోబ్ 1965 **జాక్ మోనో 1965**

ఇదిలా ఉండగా 1955లో స్పానిష్–అమెరికన్ జీవశాస్త్రవేత్త సెవెరో ఒచోహా (1905–1993) ఆర్ఎన్ఏ గొలుసులో న్యూక్లియోటైడ్లని కలిపి ఉంచే ఒక ఎంజైమును కనుక్కున్నాడు. ఈ ఆవిష్కరణ వల్ల కృత్రిమ ఆర్ఎన్ఏని చెయ్యడానికి వీలయ్యింది. ఒచోహా 1959లో జీవక్రియాశాస్త్రం, వైద్యశాస్త్రంలో నోబెల్ బహుమతిని పంచుకున్నాడు.

దూత–ఆర్ఎన్ఏ వ్యవహారం అంతా బాగా బోధపడ్డాక మార్షల్ వారెన్ నీరెన్బర్గ్ (1927–) అనే అమెరికన్ జీవరసాయన శాస్త్రవేత్త కృత్రిమ

నోబెల్ బహుమతి గ్రహీతలు

ఆల్‌బ్రెక్ కొస్సెల్
1910

వెండెల్ స్టాన్లీ
1948

అలెగ్జాండర్ టాడ్
1957

ఆర్ఎన్ఏని తయారుచేశాడు. గొలుసు ఆరంభంలో ఏ న్యూక్లియోటైడ్లు ఉండాలో నియంత్రిస్తూ ప్రత్యేక త్రయాలు ఉండే దూత-ఆర్ఎన్ఏని తయారుచెయ్యగలిగాడు. అలాంటి ఆర్ఎన్ఏ నుండి ఉత్పన్నమైన ప్రోటీన్‌లోని అమినో ఆసిడ్ గొలుసులో ఏఏ అమినో ఆసిడ్లు ఉంటాయో పరిశీలించాడు. ఆ విధంగా నీరెన్బర్గ్ జెనెటిక్ కోడ్‌ని ఛేదించడంలో తొలి ప్రయత్నాలు చేశాడు. ఏ న్యూక్లియోటైడ్ త్రయం వల్ల ఏ అమినో ఆసిడ్ ఉత్పన్నం అవుతుందో అతడు కనుక్కున్నాడు. 1967 కల్లా సాధ్యమైన ప్రతి న్యూక్లియోటైడ్ త్రయానికి ఏ అమినో ఆసిడ్ అనుబంధితమై ఉందో తేలిపోయింది. జెనెటిక్ కోడ్ పూర్తిగా విశదీకరించబడింది. నీరెన్బర్గ్‌కి, అతడితో పాటు పనిచేసిన ఇండియన్-అమెరికన్ రసాయన శాస్త్రవేత్త హర్‌గోబింద్ ఖొరానా (1922-)కి జీవక్రియాశాస్త్రం, వైద్యశాస్త్రంలో నోబెల్ బహుమతిలో వంతు దక్కింది.

నీరెన్బర్గ్ జెనెటిక్ కోడ్ మీద పనిచేస్తున్న కాలంలోనే, మరో అమెరికన్ జీవరసాయన శాస్త్రవేత్త మహ్లోన్ బుష్ హోగ్లాండ్ (1921-) సైటోప్లాజంలో చిన్న ఆర్ఎన్ఏ అణువుల స్థానాలు నిర్ణయించే పనిలో ఉన్నాడు.

ఇవి రెండు కొసలు ఉండే అణువులు. ఈ అణువు ఒక కొసలో

న్యూక్లియోటైడ్ త్రయం దూత–ఆర్ఎన్ఏ మీద ఉండే ఒక ప్రత్యేక త్రయంతో సరిపోతుంది. దీని అవతలి కొసలో ఉండే ఒక భాగం ఒక ప్రత్యేక అమినో ఆసిడ్‌తో అతుక్కుంటుంది. ఆర్ఎన్ఏ ఉండే న్యూక్లియోటైడ్ త్రయంలోని సమాచారాన్ని ఆమినో ఆసిడ్‌కి చేరవేస్తుంది కాబట్టి ఈ అణువుని బదిలీ–ఆర్ఎన్ఏ అంటారు.

ఇది ఎలా పనిచేస్తుందో ఊహించుకోవచ్చు. డిఎన్ఏ అణువులో ఒక భాగానికి ప్రతిరూపంగా దూత–ఆర్ఎన్ఏ తయారవుతుంది. ఆ దూత–ఆర్ఎన్ఏ కేంద్రకం నుండి బయటపడి రైబోసోమ్‌ని చేరుకుంటుంది. అక్కడ వివిధ బదిలీ–ఆర్ఎన్ఏ అణువులు దూత–ఆర్ఎన్ఏ అణువులో ఉండే వివిధ త్రయాలకి అతుక్కుంటాయి. దూత–ఆర్ఎన్ఏ అణువు మీద ప్రతి న్యూక్లియోటైడ్ త్రయానికి కచ్చితంగా, అనితరంగా అతుక్కునే ఒక బదిలీ–ఆర్ఎన్ఏ అణువు ఉంటుంది. ఈ బదిలీ–ఆర్ఎన్ఏ అణువులకి అవతలి కొసలో అమినో ఆసిడ్లు అతుక్కుంటాయి. అలా ఒకదాని తరువాత ఒకటి వస్తున్న అమినో ఆసిడ్లు చక్కగా ఒక గొలుసుకట్టుగా ఏర్పడతాయి. అలా ఏర్పడ్డ అమినో ఆసిడ్ల గొలుసునే మనం ఎంజైములని, ప్రొటీన్లని అంటున్నాం.

ఈ బదిలీ–ఆర్ఎన్ఏలని లోతుగా అధ్యయనం చేసినవాడు అమెరికన్ రసాయన శాస్త్రవేత్త రాబర్ట్ విలియం హోలే (1922–1993). 1962లో ఇతడు కొన్ని బదిలీ–ఆర్ఎన్ఏ జాతులని శుద్ధి చేశాడు. 1965లో ఇతడు కొన్ని న్యూక్లియోటైడ్లని కూర్చి కృత్రిమంగా ఒక బదిలీ–ఆర్ఎన్ఏని తయారుచేశాడు. 1968లో అతడు నీరెన్బర్గ్, ఖొరానాలతో పాటు నోబెల్ బహుమతిని పంచుకున్నాడు.

డిఎన్ఏ అణువులు కొన్ని సార్లు అనుకోని రీతుల్లో మారిపోతూ ఉంటాయి. 1946లో జర్మన్–అమెరికన్ జీవశాస్త్రవేత్త మాక్స్ డెల్బ్రూక్ (1906–1981), ఇటాలియన్–అమెరికన్ జీవశాస్త్రవేత్త సాల్వడోర్ ఎడ్వర్డ్

నోబెల్ బహుమతి గ్రహీతలు

మార్షల్ నిరెన్‌బెర్గ్
1968

హరగోబింద్ ఖురానా
1968

రాబర్ట్ హోలే
1968

లూరియా (1912–1991)లు ఒక విచిత్రమైన విషయాన్ని కనుక్కున్నారు. కొన్ని సందర్భాలలో వైరస్‌లలోని డిఎన్‌ఏ అణువులు అకారణంగా చిన్నాభిన్నం కావడం కనిపించింది. అలాంటి పరిస్థితులలో ఒక వైరస్ నుండి వచ్చిన ఒక డిఎన్‌ఏ ముక్క మరో వైరస్ నుండి వచ్చిన మరో డిఎన్‌ఏ ముక్కతో కలిసి ఒక కొత్త వైరస్ తయారయ్యింది. ఈ ఫలితాన్ని ఇంచుమించు అదే సమయంలో హెర్షే కూడా సాధించాడు. 1969లో ముగ్గురూ జీవక్రియాశాస్త్రం, వైద్యశాస్త్రంలో నోబెల్ బహుమతిని పంచుకున్నారు.

నోబెల్ బహుమతి గ్రహీతలు

మాక్స్ డెల్బ్రూక్
1969

సాల్వడోర్ లూరియా
1969

అయితే సహజంగా జరగడం కాకుండా ప్రయత్న పూర్వకంగా ఇలా డిఎన్ఏ అణువుని చిన్నాభిన్నం చెయ్యడానికి వీలవుతుందా? డిఎన్ఏ అణువులని కావలసిన రీతులో తెగగొట్టి తిరిగి కొత్త విన్యాసాలలో కలపడానికి శాస్త్రవేత్తలకి వీలవుతుందా?

డేనియల్ నాథెన్స్ (1928–1999), హామిల్టన్ ఒథనెల్ స్మిత్ (1931–) అనే ఇద్దరు అమెరికన్ జీవశాస్త్రవేత్తలు 1970 లోను, 1971 లోను డిఎన్ఏ అణువుని తెంచగల కొన్ని ఎంజైములని కనుక్కున్నారు. డిఎన్ఏలో కొన్ని ప్రత్యేక న్యూక్లియోటైడ్ల క్రమం వచ్చిన చోట ఈ ఎంజైములు డిఎన్ఏని తెగగొడతాయి. ఆ విధంగా డిఎన్ఏ అణువుని కొద్దిపాటి పెద్ద పెద్ద భాగాలుగా తెగగొట్టవచ్చు. కాబట్టి డిఎన్ఏ అణువు విన్యాసం కచ్చితంగా తెలిస్తే ఆ భాగాల విన్యాసం కూడా తెలిసినట్లే. నాథెన్స్, స్మిత్‌లు 1978లో జీవక్రియాశాస్త్రం, వైద్యశాస్త్రంలో నోబెల్ బహుమతిని పంచుకున్నారు.

అది జరిగిన కొంత కాలానికే అమెరికన్ జీవరసాయన శాస్త్రవేత్త పాల్ బర్గ్ (1926–) డిఎన్ఏ ముక్కలని కలపగలిగే ఎంజైములని కనుక్కున్నాడు. ఈ కలయిక మూల డిఎన్ఏలో ఉన్నట్లే కాకుండా కొత్త రీతుల్లో సాధ్యం కాగలదు. ఆ విధంగా రెండు విభిన్న డిఎన్ఏ ముక్కలని నూతన రీతుల్లో కలిపి ప్రకృతిలో ఎక్కడా లేని కొత్త విన్యాసాలు గల రీకాంబినంట్– డిఎన్ఏ అణువులని తయారు చెయ్యవచ్చు. ఈ కృషికి ఫలితంగా 1980 సంవత్సరానికి రసాయన శాస్త్ర నోబెల్ బహుమతిని బర్గ్ పంచుకున్నాడు.

ఈ రీకాంబినంట్ డిఎన్ఏ పద్ధతులని ఉపయోగించి కొత్త జన్యువులు, కొత్త ఎంజైములు, సరికొత్త రసాయన సామర్థ్యాలు గల బాక్టీరియాలని పెంపొందించడానికి వీలవుతుంది. ఉదాహరణకి మధుమేహ (డయాబిటిస్ – దీనినే షుగర్ లేదా చక్కెరవ్యాధి అని వ్యవహరిస్తున్నారు) వ్యాధి మందుగా పని చేసే ఇన్సులిన్ అనే హార్మోన్‌ని ఉత్పన్నం చేసేలా బాక్టీరియాని

నోబెల్ బహుమతి గ్రహీతలు

జేమ్స్ వాట్సన్
1962

ఫ్రాన్సిస్ క్రిక్
1962

మారిస్ విల్కిన్స్
1962

నియంత్రించవచ్చు. ఈ వ్యాధికి జంతువులనుంచి పొందిన ఇన్సులిన్‌ని కూడా వాడవచ్చు. కాని మానవ ఇన్సులిన్‌ని ఉత్పన్నం చేసేలా బాక్టీరియాని నియంత్రించటం మెరుగైన పద్ధతి.

ఇతర ప్రధానమైన పదార్థాల ఉత్పత్తికి, దారుణ కాలుష్యాన్ని నిరపాయ ద్రావకంగా మార్చడానికి, కొన్ని ప్రయోజనకరమైన రసాయన చర్యలని జరపడానికి కూడా బాక్టీరియాలని వాడవచ్చు.

అయితే ఇల్లలకగానే పండగ కాదు. ఇలాంటి పద్ధతుల వినియోగం వల్ల కొత్త కొత్త రోగాలని, విరుగుడు లేని మహమ్మారి రోగాలని కలుగచేసే బాక్టీరియాలు పుట్టుకొస్తే? ఇలాంటి పరిణామాలకి కూడా అవకాశం లేకపోలేదు. జీవశాస్త్రవేత్తలు ఈ సాధ్యతలని కూడా మనసులో పెట్టుకోవాలి.

తాను 125 సంవత్సరాల క్రితం కనుక్కున్న ఒక విచిత్రమైన మిశ్రమం వైరస్‌ల నుండి మనుషుల వరకు సమస్త ప్రాణిలోకానికి ఆధారభూతమైన జీవపదార్థంలో అత్యంత కీలకమైన పదార్థం కాగలదని మీషర్ కలలో కూడా ఊహించి ఉండడు. ఆ అణువులని నిత్య నూతన రీతుల్లో కలుపుతూ జన్యు ఇంజినీరింగ్ అనే ఒక కొత్త శాస్త్ర విభాగానికి మనుషులు పునాదులు వేస్తారని

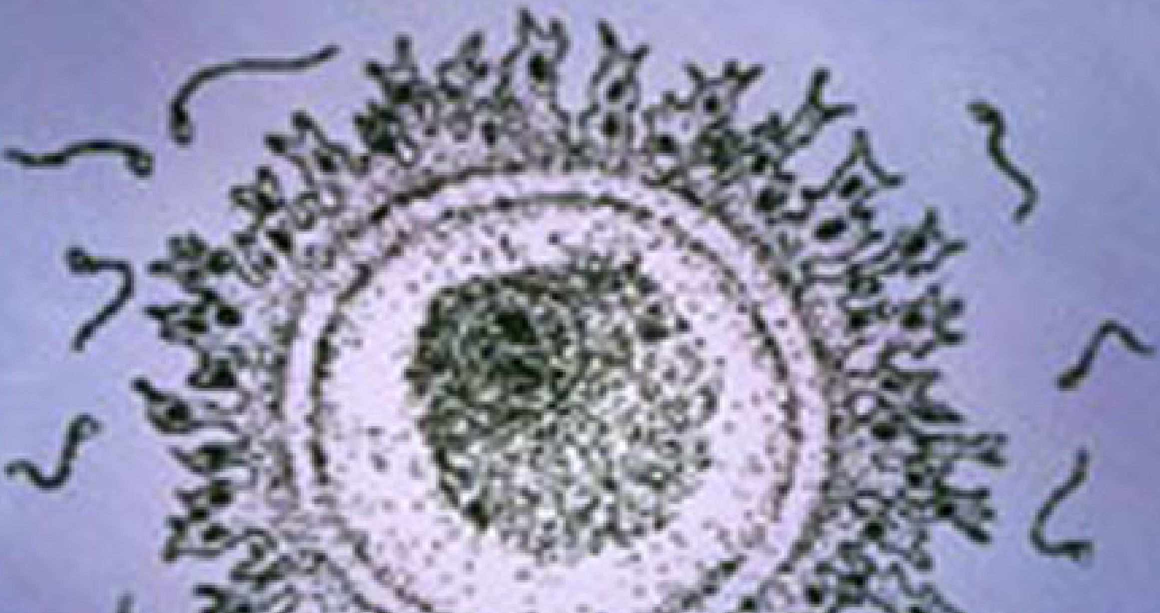
మీషర్ అనుకొని ఉండడు. నిన్న విచిత్రం అనుకున్నది నేడు వాస్తవం కావడం వైజ్ఞానిక చరిత్రలోనే ఒక విచిత్ర వాస్తవం. జన్యు ఇంజినీరింగ్ గురించి మరో పుస్తకమే అవుతుంది.

ఎలా తెలుసుకున్నాం? - 23

జన్యువులు

ఐజాక్ అసిమోవ్

అనువాదం : డా॥ వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి



జన విజ్ఞాన వేదిక

మంచి పుస్తకం

ఎలా తెలుసుకున్నాం? - 23

జన్యువులు

ఐజాక్ అసిమోవ్

అనువాదం : డా॥ వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి

జన విజ్ఞాన వేదిక

మంచి పుస్తకం

How We Found Out About Genes? by Isaac Asimov
ఎలా తెలుసుకున్నాం? – *23*

జన్యువులు

రచయిత : ఐజాక్ అసిమోవ్

అనువాదం : డా|| వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి

ప్రచురణ : ఆగస్టు, 2009

ప్రతుల సంఖ్య : 2000

వెల : రూ. 18/-

ISBN : 978-93-80153-07-0

ప్రచురణ, ప్రతులకు :

జన విజ్ఞాన వేదిక
జి. మాల్యాద్రి, కన్వీనర్, ప్రచురణల విభాగం
162, విజయలక్ష్మీనగర్
నెల్లూరు – 524 004
ఫోన్ : 94405 03061

మంచి పుస్తకం
12-13-450, వీధి నెం.1
తార్నాక, సికింద్రాబాదు 500 017
ఫోన్ : 94907 46614.
email : info@manchipustakam.in
website : www.manchipustakam.in

కంపోజింగ్, లే అవుట్ : పద్మ

ముఖచిత్ర డిజైన్ : అంకుష్ గ్రాఫిక్స్ & డిజైనర్స్

ముద్రణ : డెక్కన్ ప్రెస్,
1-9-1126/బి,
అజామాబాద్, హైదరాబాదు,
ఫోన్: 27678411.

విషయ సూచిక

1.	మెండెల్ – బఠాణీ మొక్కలు	. . .	05
2.	డీ వ్రీస్ – ఉత్పరివర్తనలు (mutations)	. . .	15
3.	ఫ్లెమింగ్ – క్రోమోజోములు	. . .	20
4.	మోర్గాన్ ఈగల పరిశోధనలు	. . .	28
5.	ముల్లర్ – ఎక్స్–కిరణాలు	. . .	42

1. మెండెల్ - బఠాణీ మొక్కలు

తల్లిదండ్రుల పోలికలతో పిల్లలు పుడతారని అందరికీ తెలుసు. సాధారణంగా కొన్ని పోలికలు తల్లి నుండి, కొన్ని తండ్రి నుండి వస్తాయి. అలాగే తోబుట్టువుల మధ్య కూడా పోలికలు కనిపిస్తాయి.

తల్లిదండ్రులు పొడుగ్గా ఉంటే పిల్లలు కూడా తరచు పొడుగ్గా ఉంటారు. తల్లిదండ్రులకి పిల్లి కళ్ళు ఉంటే పిల్లలకీ పిల్లి కళ్ళు వస్తాయి. తల్లిదండ్రులు నల్లనివారైతే పిల్లలూ నల్లగానే పుడతారు.

ఈ లక్షణాలన్నీ అనువంశికంగా సంక్రమిస్తాయి.

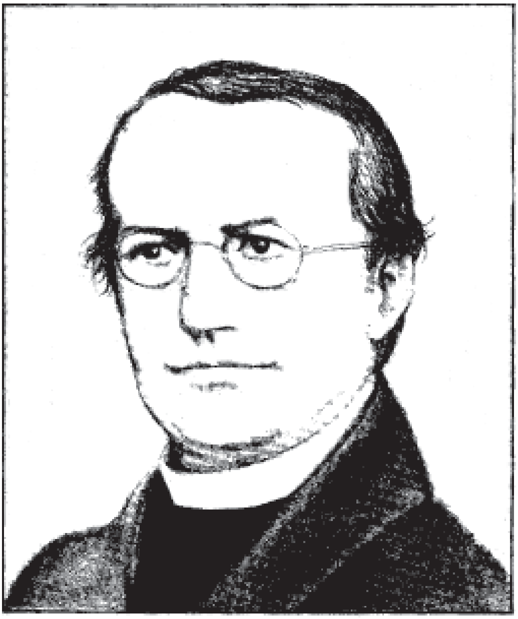
మనుషుల్లోనే కాదు జంతువులలోను, మొక్కలలోను కూడా ఈ సూత్రమే వర్తిస్తుంది. పసి జీవాలు, అవి ఏ జాతికి చెందినవి అయినా సరే, వాటి తల్లిదండ్రులని పోలి ఉంటాయి. తాటి చెట్టుకి తాబేలు పుట్టదు. ఆలుచిప్ప నుండి అరవిందం మొలవదు. ఇక పులి కడుపున పిల్లి పుట్టదన్న నానుడి ఉండనే ఉంది.

మరి తల్లిదండ్రుల నుండి పిల్లలకి ఈ భౌతిక లక్షణాలు ఎలా సంక్రమిస్తాయి?

మనుషులలో ఈ అనువంశిక లక్షణాలు ఎలా సంక్రమిస్తాయో చెప్పటం కష్టం. మొదటి సమస్య ఏమిటంటే శారీరక లక్షణాలు కోకొల్లలు. అసలు వాటిని లెక్కించటమే కష్టం. అంతేకాక పిల్లలు ఎదిగే వరకు ఆగాలంటే చాలా కాలం పడుతుంది. ఎదిగితే గాని ఏ పోలిక ఎవరి నుండి వచ్చిందో చెప్పటం కష్టం. అలాగే ఒక దంపతులకి గంపెడు సంతానం ఉంటే పిల్లల్లో వైవిధ్యం ఉంటుంది కాబట్టి మన పరిశోధనకి సదుపాయంగా ఉంటుంది. కాని గంపెడు సంతానం గల తల్లిదండ్రులు అరుదే. ఇవన్నీ కాక పూనుకుని ప్రయోగాలు తలపెట్టవచ్చు. పొడవాటి ముక్కున్న పెద్దమనిషికి, చప్పిడి ముక్కున్న చుక్కతో పెళ్ళి చేసి, వాళ్ళకి పుట్టిన పిల్లల ముక్కుల్ని పరీక్షించాలి.

అలాగే చప్పిడి ముక్కు చిన్నోడికి, సూది ముక్కు సుదతిని ఇచ్చి పెళ్ళి చేసి, మళ్ళీ పిల్లల ముక్కులని పరీక్షించాలి. లేదా ప్రత్యేకమైన శారీరక లక్షణాలు గల దంపతుల కోసం గాలించాలి. ఇవన్నీ చేయొచ్చు గాని ఈ వ్యవహారం అంతా తేలాలంటే చాలా కాలం పడుతుంది.

ఈ సమస్య గురించే ఒక శతాబ్దం క్రితం ఆస్ట్రియాకి చెందిన ఒక సాధువుకి ఒక చక్కని ఉపాయం తట్టింది. అతని పేరే గ్రెగర్ యోహాన్ మెండెల్ (1822–1884).

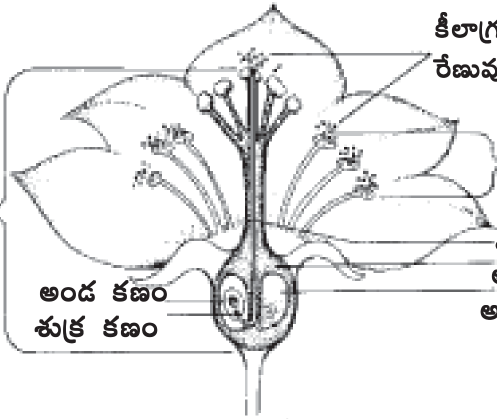


గ్రెగర్ యోహాన్ మెండెల్, 1822 –1884

ఈ మెండెల్‌కి బడిపంతులు కావాలని చాలా కోరికగా ఉండేది. కాని ఆ ఉద్యోగం రావాలంటే ఒక ప్రవేశ పరీక్ష పాసు కావాలి. కాని పాపం అతగాడు అందులో మూడు సార్లు తప్పాడు. ఉద్యోగం రాకపోయినా తనకి ప్రియాతి ప్రియమైన వృక్ష శాస్త్రానికే జీవితమంతా అంకితం చెయ్యాలని ఇతడు సంకల్పించాడు.

సరిగ్గా అదే సమయంలో అతనికి ఒక బ్రహ్మాండమైన ఉపాయం వచ్చింది. అనువంశిక భౌతిక లక్షణాలని పరిశోధించటానికి తేలికైన మార్గం మొక్కల్ని పెంచటమేనన్న ఆలోచన అతనికి 1857లో వచ్చింది. మొక్కలతో ఒక సౌకర్యం ఏమిటంటే అవి ఉన్నచోటి నుండి కదలవు. కాబట్టి వాటిని

తేలికగా నియంత్రించవచ్చు. కాబట్టి మొక్కల పెంపకాన్ని కూడా తేలికగా నియంత్రించవచ్చు. మొక్కల్లో పరాగ సంపర్కానికి కావలసిన కణాలు పుప్పొడిలో ఉంటాయి. పువ్వుల కేంద్రంలో కీలాగ్రం (పిస్టల్) అని ఒక అంగం ఉంటుంది. అందులో ఉండే అండాశయంలో (ovule) అండకణం ఉంటుంది. ఒక మొక్క నుండి పుప్పొడిని (ఇందులో శుక్ర కణం ఉంటుంది) తీసుకుని మరో మొక్క కీలాగ్రం మీద అద్దాలి. దాన్నే పరపరాగ సంపర్కం



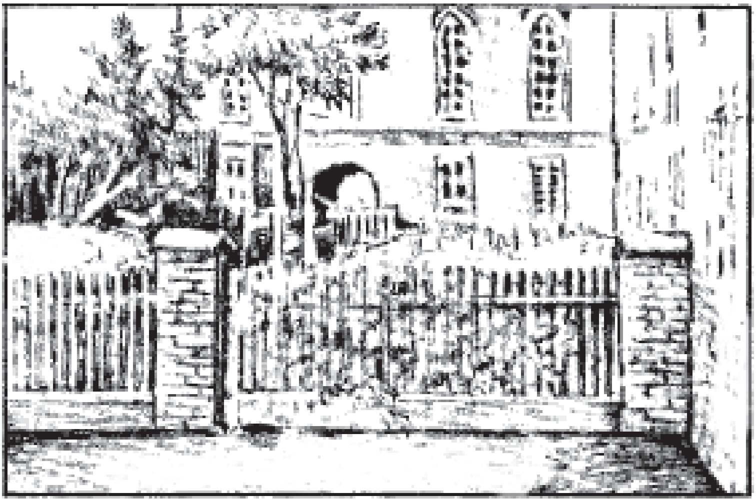
పువ్వు అడ్డకోత చిత్రం

(cross-pollination) అంటారు. కీలాగ్రం మీద రాలిన పుప్పొడిలో నుండి ఒక సన్నని నాళం కిందికి దిగుతుంది. ఆ నాళంలో నుంచి శుక్ర కణం కిందికి ప్రయాణించి అండాశయంలో ఉండే అండకణంతో ఐక్యం అవుతుంది. దాన్నే ఫలదీకరణం (fertilization) అంటారు. ఫలదీకరణం తరువాత అండాలు విత్తనాలుగా రూపాంతరం చెందుతాయి. ఈ విత్తనాలని పాతితే మొలిచి మొక్కలు అవుతాయి. అలా పుట్టిన మొక్కల లక్షణాలని శుక్ర కణం, అండ కణం ఇచ్చిన మొక్కల లక్షణాలతో పోల్చాలి.

ఒక మొక్క నుండి తీసుకున్న పుప్పొడిని అదే మొక్కకి చెందిన కీలాగ్రం మీద వేయొచ్చు. అలా పుట్టిన విత్తనాలకి తల్లి, తండ్రి ఒకరే నన్నమాట.

ఇందువల్ల మన పని కొంచెం తేలిక అవుతుంది.

ఒక ఎనిమిదేళ్ళ పాటు మెండెల్ బఠాణీ మొక్కల్లో పరాగ సంపర్కం చేస్తూ, ఫలితాలు పరీక్షిస్తూ పోయాడు.

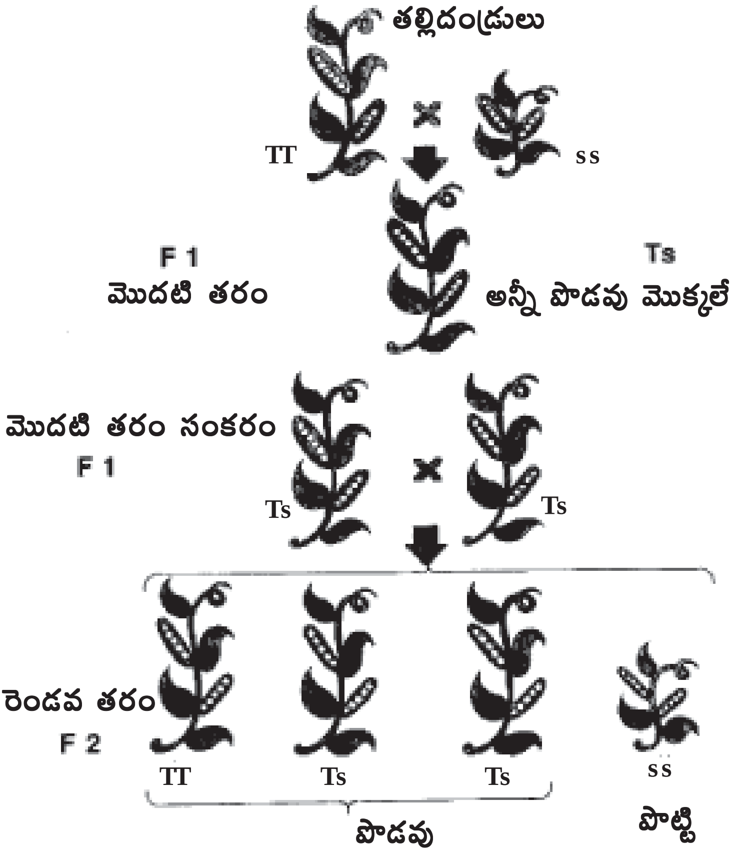


ఆస్ట్రియాలోని బ్రున్‌లో మెండెల్ తోట

ఉదాహరణకి పూర్తిగా ఎదిగినా కురచగా ఉండే ఒక బఠాణీ మొక్కని తీసుకున్నాడు. ఈ రకానికి చెందిన మొక్క పొడవు 1 – 1.5 అడుగులే ఉంటుంది. ఈ రకానికి చెందిన ఎన్నో మొక్కల్లో స్వపరాగ సంపర్కం చేశాడు. ఇలా వచ్చిన కొన్ని విత్తుల నుండి మొలిచిన మొక్కలు పొడుగ్గా ఎదగటం గమనించాడు. కాని అలా అన్ని సందర్భాలలోను జరగలేదు. కొన్ని పొడవాటి మొక్కల నుండి వచ్చిన విత్తుల నుండి మొలిచిన మొక్కలు కూడా పొట్టిగానే పెరిగాయి. పొడవాటి మొక్కల నుండి వచ్చిన మొక్కల్లో ముప్పావు వంతు పొడవుగా వచ్చాయి, పావు వంతు మాత్రం పొట్టిగానే ఉండిపోయాయి.

ఈ పరిణామాన్ని చూసిన మెండెల్ నిర్ఘాంతపోయాడు. పొడవుని బట్టి చూస్తే పొడవాటి మొక్కలన్నీ ఒకే తీరులో ఉన్నాయి. మరి కొన్నిటికి పొడవాటి సంతతి, కొన్నిటికి పొట్టి సంతతి కలగటం ఏమిటి?

మెండెల్ ఇప్పుడు మరో ప్రయోగం చేశాడు. ఈసారి పరపరాగ సంపర్కం (cross-pollination) చేశాడు. పొడవాటి సంతతి గల పొడవాటి బఠాణీ మొక్కల నుండి పరాగాన్ని తీసుకుని పొట్టి మొక్కల కీలాగ్రం మీద చల్లాడు. అంటే అలా పుట్టిన విత్తుల తల్లిదండ్రుల్లో ఒకరు పొడగరి, మరొకరు కాదు. ఈ విధమైన సంపర్కం వల్ల పుట్టిన మొక్కల్లో కొన్ని పొడవుగా, కొన్ని పొట్టిగా ఉంటాయా? లేక అన్నీ మధ్యస్థపు ఎత్తు గలిగి ఉంటాయా?



పొడవు, పొట్టి మొక్కల మధ్య సంకరం

ఆ పరిణామాలు ఏవీ జరక్క పోవటం చూసి మెండెల్

ఆశ్చర్యపోయాడు. పొట్టి మొక్కలూ లేవు, మధ్యస్థపు ఎత్తు గల మొక్కలూ లేవు. ఒక పొడవు మొక్క, ఒక పొట్టి మొక్క నుండి వచ్చిన ప్రతి విత్తూ పొడవుగా పెరిగింది. పొడవు మొక్కల్లో స్వపరాగ సంపర్కం చేస్తే కనిపించినట్లుగా, ప్రతి మొక్కా పొడవుగా పెరిగింది. పొట్టిదనం అనే లక్షణం మటుమాయం అయ్యింది.

అప్పుడు మెండెల్ ఇందాక తాను పెంచిన పొడవాటి మొక్కలలో స్వపరాగ సంపర్కం చేశాడు. వాటిలో శుద్ధ అనువంశికత కనిపించలేదు. వాటి నుండి వచ్చిన ఎత్తులో ముప్పావు వంతు పొడవాటి మొక్కలుగాను, పావు వంతు పొట్టి మొక్కలుగాను పెరిగాయి.

అంటే పొట్టిదనం అనే లక్షణం పూర్తిగా మాయం కాలేదన్నమాట. అది కేవలం ఒక తరం ప్రచ్ఛన్నంగా ఉండిపోయిందంతే.

ఈ పరిణామాన్ని మెండెల్ ఈ విధంగా వివరించాడు. ప్రతి మొక్కలోను ఒక ప్రత్యేక భౌతిక లక్షణాన్ని శాసించే రెండు కారణాంశాలు ఉంటాయి. వాటిలో ఒకటి తల్లి నుండి, మరొకటి తండ్రి నుండి వస్తుంది (ఈ అంశాలు అసలు ఏమిటి అన్న విషయం మాత్రం మెండెల్‌కి అర్థం కాలేదు).

ఉదాహరణకి పొడవు అనే లక్షణాన్ని కలుగచేసే అంశం T అనుకుందాం. అలాగే పొట్టిదనం అనే లక్షణాన్ని కలుగజేసే అంశం పేరు s అనుకుందాం. పొట్టి మొక్కల్లో రెండు sలు ఉంటాయి. కాబట్టి దాన్ని ss అని సూచించవచ్చు. ఒక ss మొక్కలో ప్రతి శుక్రకణంలోను ఈ అంశాలలో ఒకటి ఉంటుంది కాబట్టి, శుక్ర కణంలో ఒక s ఉంటుంది. అదే విధంగా ప్రతి అండకణంలోను ఒక s ఉంటుంది.

పొట్టి బఠాణీ మొక్కకి చెందిన శుక్రకణం, పొట్టి బఠాణీ మొక్కకి చెందిన అండకణంతో కలిసినప్పుడు, ఆ వచ్చిన విత్తుకి శుక్రకణం నుండి ఒక s, అండకణం నుండి మరో s సంక్రమిస్తాయి. అంటే ఆ విత్తు ss జాతి విత్తు అవుతుంది. అది పొట్టి మొక్కగా వికాసం చెందుతుంది. పొట్టి

మొక్కలన్నిటిలోను ఇదే జరుగుతుంది.

పొడవాటి బఠాణీ మొక్క పొడగరితనానికి రెండు అంశాలు ఉండవచ్చు. అవి TT రకం కావచ్చు. అండకణం నుండి ఒక T, శుక్రకణం నుండి మరో T, రెండూ కలిసి TT అవుతుంది. కాబట్టి అలాంటి విత్తులన్నీ కూడా పొడవు మొక్కలుగా పెరుగుతాయి.

కాని పొట్టి మొక్క నుండి శుక్రకణాన్ని, పొడవు మొక్క నుండి అండకణంతో కలిపాం అనుకుందాం. శుక్రకణంలోని s అండకణంలోని Tతో కలుస్తుంది. అందులో నుంచి వచ్చే విత్తు sT విత్తు అవుతుంది. అలాగే పొడవాటి మొక్కలోని శుక్రకణాన్ని, పొట్టి మొక్కలోని అండకణంతో కలిపినప్పుడు, శుక్రకణంలోని T అండకణంలోని sతో కలిసి Ts రకం విత్తు తయారవుతుంది. ఈ రెండు రకాల విత్తుల Ts లేదా sT నుండి కూడా పొడవాటి మొక్కలే పుడతాయి. s ప్రభావాన్ని T ప్రభావం మరుగుపరుస్తుంది. అంటే పొడవు అనే లక్షణం dominant (ఎక్కువ ప్రాబల్యం గలది) అన్నమాట. అదే విధంగా పొట్టిదనం అనే లక్షణం recessive (తక్కువ ప్రాబల్యం గలది) అన్నమాట. అలా కాకుండా ఒక పొడవాటి మొక్కని Ts లేక sT ని తీసుకుని దాని నుండి కొత్త మొక్కలు పుట్టించాం అనుకోండి. ఈ కొత్త మొక్కల్లోనుంచి వచ్చే శుక్ర కణాలలో సగం శుక్రకణాలు T రకానివి, మిగతా సగం s రకానివి అయ్యుంటాయి. అండకణాల విషయంలో కూడా అదే జరుగుతుంది. సగం T రకానికి, సగం s రకానికి చెంది ఉంటాయి.

శుక్రకణాలని అండకణాలతో కలియనిస్తే, ప్రతి T రకం శుక్రకణం ఒక T రకం అండకణంతో గాని, s రకం అండకణంతో గాని సంపర్కిస్తుంది. ఆ కలయిక వల్ల తయారయిన విత్తు TT రకానిది గాని, Ts రకానిది గాని అవుతుంది. అలాగే ప్రతి s రకం శుక్రకణం ఒక T రకం అండకణంతో గాని, s అండకణంతో గాని కలిసి, sT లేదా ss రకాల విత్తులు ఉత్పన్నం అవుతాయి.

ఆ విధంగా TT, Ts, sT, ss అని నాలుగు రకాల విత్తనాలు ఉత్పన్నం అవుతాయి. ఆ నాలుగు రకాలూ సమపాళ్ళలో ఉంటాయి. TT, Ts, sT రకం విత్తుల నుండి పొడవాటి బఠాణీ మొక్కలు పుడతాయి. ss విత్తుల నుండి పొట్టివి వస్తాయి. అంటే మూడు వంతులు పొడవాటి మొక్కలు, ఒక వంతు మాత్రమే పొట్టివి అవుతాయన్నమాట. TT, ss జాతి మొక్కలు శుద్ధ అనువంశికత ప్రదర్శిస్తాయి. అంటే వాటి సంతతికి కచ్చితంగా వాటి లక్షణాలే (పొడగరితనం గాని, పొట్టిదనం గాని) వస్తాయి. కాని Ts, sT మొక్కలు శుద్ధ అనువంశికతను ప్రదర్శించవు. వాటి సంతతిలో రెండు రకాల మొక్కలూ

ఉంటాయి.

బఠాణీ మొక్కల్లో ఇతర లక్షణాలు కూడా పరిగణిస్తూ మెండెల్ తన ప్రయోగాలు కొనసాగించాడు. అన్ని లక్షణాల విషయంలోను తన వివరణలు చక్కగా వర్తిస్తున్నాయి. తరువాత లక్షణాల మిశ్రమాలని కూడా పరీక్షించాడు. ఆకుపచ్చని విత్తనాలు కలిగి, పొడుగ్గా ఎదిగే మొక్కలని తీసుకున్నాడు. అలాగే ఆకుపచ్చని విత్తనాలు గల పొట్టి మొక్కలని, పసుపు పచ్చని విత్తనాలు గల పొడవు మొక్కలని, పసుపు పచ్చని విత్తనాలు గల పొట్టి మొక్కలని తీసుకుని ప్రయోగాలు చేసి చూశాడు. రెండు లక్షణాల దృష్ట్యా శుద్ధ అనువంశికతను ప్రదర్శించే మొక్కలు ఏవి అవుతాయో ముందే నిర్ణయించగలిగాడు. తదుపరి తరంలో పుట్టిన మొక్కలు ఏఏ నిష్పత్తిలో వస్తాయో కూడా అంచనా వెయ్యగలిగాడు.

ఇన్ని పరిశోధనలు చేసి, తన సిద్ధాంతాలని క్షుణ్ణంగా పరీక్షించి తీర్చిదిద్దుకున్నాక కూడా మెండెల్‌కి వైజ్ఞానిక సంఘం తన భావాలని గౌరవిస్తుందన్న నమ్మకం లేకపోయింది. మరి తనేమో ఒక మామూలు సాధువు. వృక్షశాస్త్రంలో ఓనమాలు కూడా సరిగ్గా రాని ఔత్సాహికుడేగాని, జగమెరిగిన పండితుడు కాదు. బడిపంతులు ఉద్యోగానికి ప్రవేశపరీక్షలో కూడా నెగ్గలేని పామరుడు.

కాబట్టి తను రాసిన పరిశోధనా పత్రాన్ని నిపుణుడైన ఒక వృక్ష శాస్త్రవేత్తకి పంపించాలని అనుకున్నాడు. అలాంటి ప్రముఖుల ఆమోదముద్ర ఉంటే ఇతర శాస్త్రవేత్తలు ఆ భావాలని సమ్మతిస్తారేమోనని ఒక ఆశ.

స్విస్ వృక్షశాస్త్రవేత్త కార్ల్ విల్హెల్మ్ ఫాన్ నాగెలీ (1817-1891)కి తన పత్రాలని పంపించాడు మెండెల్. ఈ ఫాన్ నాగెలీ ఆ రోజుల్లో యూరప్‌లో ఒక పేరుమోసిన వృక్షశాస్త్రవేత్త. ఇలా తమ భావాలని విన్నవించుకుంటూ దేశాదేశాల నుండి ఎంతో మంది అతనికి రాస్తుంటారు. మెండెల్ పత్రాలని ఫాన్ నగెలీ పట్టించుకోలేదు.

ఆ పత్రాలని తిరిగి మెండెల్‌కే తిప్పి కొట్టాడు. మెండెల్ నీరుగారి పోయాడు. 1865–1869 ప్రాంతాల్లో మెండెల్ తన పత్రాలని కాస్తో కూస్తో పేరున్న పత్రికల్లో ప్రచురించగలిగాడు. కాని అత్యుత్తమ పత్రికలలో మాత్రం అవి స్థానాన్ని సంపాదించలేకపోయాయి.

ప్రముఖుల ఆమోదం, సిఫారసు లేకపోవటం వల్ల అవి మూలన పడ్డాయి.

ఈ పరిణామానికి మెండెల్ ఎంతగా కుంగిపోయాడంటే ఇతడు మొక్కలతో తన ప్రయోగాలని పూర్తిగా నిలిపివేశాడు. 1868లో తను ఉంటున్న ఆశ్రమానికి అధికారి అయ్యాడు. శేష జీవితం అంతా ఆ ఆశ్రమ వాసానికి అంకితం చేసి దైవచింతనలో కాలం వెళ్ళబుచ్చాలని నిశ్చయించుకున్నాడు. తన భావాలకి ఏనాటికైనా గుర్తింపు వస్తుందో లేదోనన్న బెంగతోనే చివరికి 1884లో కన్నుమూశాడు. ఆ గుర్తింపు తను ఊహించనంత పెద్ద ఎత్తులో వస్తుందని పాపం అతడికి తెలియదు. ఫాన్ నగెలీ 1891లో కన్ను మూశాడు. తను చేసింది ఎంత పెద్ద పొరబాటో తెలియకుండానే పోయాడు. వైజ్ఞానిక రంగంలో అతడు ఎంత సాధించినప్పటికీ మెండెల్ విషయంలో పొరబాటు చేసిన అపవాదే చివరికి అతడికి మిగిలింది.

మెండెల్ పత్రాలు ప్రచురితం అయిన ముప్పై ఏళ్ళదాకా ఎవరూ ఆ పరిశోధనలని పట్టించుకోలేదు.

2. డీ వ్రీస్ - ఉత్పరివర్తనలు (mutations)

భౌతిక లక్షణాల అనువంశికత ప్రతిసారీ మనం ఇంతవరకు చూసినంత యాంత్రికంగా, నిర్దిష్టంగా జరగదు. మొక్కల, జంతువుల సంతతి ఎప్పుడూ కచ్చితంగా వాటి తల్లిదండ్రుల పోలికలోనే పుట్టాలన్న నియమం ఏమీ లేదు.

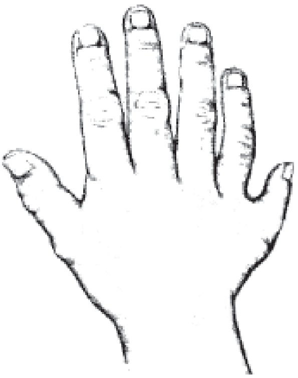
మొక్కల్లో, జంతువుల్లో అప్పుడప్పుడు తల్లిదండ్రులతో, తోబుట్టువులతో సంబంధం లేనట్లుగా సంతతి పుట్టటం కనిపిస్తుంది. అది చూస్తే అనువంశికతని కాపాడే యంత్రాంగం ఎక్కడయినా దెబ్బ తిన్నదా అనిపిస్తుంది.

ఇక కొన్నిసార్లయితే ఎక్కడో పొరబాటు జరిగినట్లు స్పష్టంగా తెలుస్తుంది. పుట్టిన మొక్క, లేదా జంతు రూపం వికారంగా ఉంటుంది. రెండు తలల దూడలు మొదలైనవి దీనికి ఉదాహరణలు. అలాంటి జీవుల ఆయుష్షు కూడా తక్కువగానే ఉంటుంది. ఇలాంటి వైపరీత్యాలని ఒకప్పుడు ఆటలు (sports) అనేవారు. ఈ సందర్భాలలో ప్రకృతి ఏదో వికృతమైన ఆటలు ఆడుతోందని ఇక్కడ ఉద్దేశం.

వెనకటి రోజుల్లో అలాంటి వికారమైన పుట్టుక దేవతల ఆగ్రహానికి సంకేతం అనుకునేవారు. ఆ పుట్టుక ప్రకృతి విరుద్ధం కాబట్టి ప్రకృతికి విరుద్ధమైన తదితర సంఘటనలు కూడా ఏమైనా జరుగుతాయేమోనని ఎదురుచూసేవారు. ఏం ఉపద్రవం జరుగుతుందోనని భయపడేవారు. అందుకే ఈ sportsని monsters (వికటకాయులు) అని కూడా పిలిచేవారు. ఈ monsters అనే పదం లాటిన్‌లో “శకునం” లేదా “హెచ్చరిక” అన్న అర్థం గల పదం నుండి వచ్చింది.

ఈ వికృతులని రైతులు, గొర్రెల కాపర్లు మాత్రమే ఎక్కువగా పెంపుడు జంతువులలో గమనించేవారు. పైగా అలా పుట్టిన జంతువులు తొందరగా

చచ్చిపోతూ ఉండేవి. ఇక మానవ శిశువులు ఎవరైనా వికారంగా పుడితే అది ఎవరికీ తెలియకుండా గోప్యంగా ఉంచేవాళ్ళు. ఆ శిశువుల ఆయుర్దాయం కూడా తక్కువగానే ఉండేది.



ఆరు వేళ్ళు ఉన్న మానవ చెయ్యి – మ్యూటేషన్‌కి ఇది ఉదాహరణ

పొట్టి కాళ్ళ గొర్రె

ఇలాంటి వికార రూపంగల జీవాల వల్ల కొన్ని ఉపయోగాలు కూడా లేకపోలేదు. అయినా శాస్త్రవేత్తలు వీటిని పెద్దగా పట్టించుకోలేదు. ఉదాహరణకి 1791లో, అమెరికాలోని మసాచుసెట్స్ రాష్ట్రంలో, సెత్ రైట్ అనే ఒక రైతు తన గొర్రెకి పొట్టి కాళ్ళు ఉన్న గొర్రె పిల్ల పుట్టటం గమనించాడు. కాళ్ళు పొట్టివి అని తప్ప గొర్రెపిల్ల ఆరోగ్యంగానే ఉంది. కాని పెరిగి పెద్దయ్యాక, కాళ్ళు పొట్టివి కావటంతో కంచె మీద నుంచి గెంతలేకపోయేది. చేను దాటి బయటికి పోలేకపోయేది.

ఇదేదో బాగానే ఉంది అనుకున్నాడు సెత్ రైట్. ఈ గొర్రె ఇక కంచె దాటి బయటికి పారిపోయే సమస్యే ఉండదు కాబట్టి దాన్ని వెంబడించి పట్టుకోవాల్సిన తిప్పలు కూడా ఉండవు. ఈ గొర్రె సంతతిలో మరిన్ని పొట్టి

కాళ్ళ గొర్రెలు కనిపించాయి. కొన్నేళ్ళలో అలాంటి పొట్టి కాళ్ళ గొర్రెల మందల్నే తయారుచేశాడు రైట్.

కొంతకాలం తరువాత ఆ సంతతి అంతరించి పోయింది అనుకుంటుండగా నార్వేలో అలాంటి పొట్టి కాళ్ళ వికారం ఒకటి కనిపించింది. వాటి నుండి గొర్రెల మందల్ని సాకారు. కాని ఎందువల్లనో అలాంటి పరిణామాలేవీ శాస్త్రవేత్తల దృష్టిని ఆకర్షించలేకపోయాయి.

ఇదిలా ఉండగా 1886లో డచ్ వృక్షశాస్త్రవేత్త హ్యూగో డీ వ్రీస్‌కి (1848–1935) ఒక ఆసక్తికరమైన విషయం కంటపడింది. గతంలో ప్రిమ్ రోజ్ అనే పూల మొక్కని అమెరికా నుంచి నెదర్లాండ్స్‌లో ప్రవేశపెట్టారు. ఒక రోజు ఒక నిర్జన ప్రదేశంలో ఈ మొక్కల తోట ఒకటి డీ వ్రీస్ కంటపడింది. ఒకే మొక్క విత్తుల నుండి ఆ తోట అంతా పుట్టుకొచ్చి ఉంటుంది. అయినా కూడా మొక్కల్లో కొన్ని ఆసక్తికరమైన తేడాలు గుర్తించగలిగాడు డీ వ్రీస్.

కొంచెం ప్రత్యేకంగా, తేడాగా ఉన్న మొక్కలు sports, అంటే వైపరీత్యాలు

ప్రిమ్ రోజ్‌లతో హ్యూగో డీ వ్రీస్

అన్నమాట. కాని అవి కూడా బాగా పెరిగి వర్ధిల్లుతున్నాయి. అలాంటి వాటిని కొన్ని తవ్వి తీసి తన పెరట్లో నాటుకున్నాడు డీ ఫ్రీస్. మెండెల్ బఠాణీ మొక్కలతో చేసిన ప్రయోగాల్లాంటివే ఇతడు ప్రిమ్ రోజ్ మొక్కలతో ప్రారంభించాడు (అయితే ఆ సమయంలో డీ ఫ్రీస్‌కి మెండెల్ గురించి ఏమీ తెలియదు).

ప్రిమ్ రోజ్ మొక్కల సంతతి కూడా అధిక శాతం తల్లి మొక్క పోలికలోనే ఉండేవి. కాని అరుదుగా మాత్రం సంతతి మొక్క చాలా తేడాగా ఉండేది. అనువంశికతలో అలాంటి హఠాత్ పరిణామానికి mutation (ఉత్పరివర్తన) (అంటే లాటిన్‌లో మార్పు) అని పేరు పెట్టాడు డీ ఫ్రీస్. అప్పటినుంచి వికారాలు, వైపరీత్యాలు, monsters, sports మొదలైన పరిభాష పోయి mutation అన్న మాటే స్థిరపడింది.

మొక్కల తరాల పరిణామంలో మెండెల్ గమనించిన సూత్రాలే డీ ఫ్రీస్ కూడా గమనించాడు. మొక్కల మీద జాగ్రత్తగా కొలతలు తీసుకుంటూ ఎంత శాతం మొక్కల్లో ఏ లక్షణాలు ఉంటాయో నమోదు చేసుకున్నాడు. మెండెల్‌లాగానే ఇతడు కూడా ప్రతి భౌతిక లక్షణాన్ని శాసిస్తూ రెండు అంశాలు ఉంటాయని గుర్తించాడు. వీటిలో ఒకటి వరాగంలోను, మరొకటి అండాశయంలోను ఉంటుందని కూడా అర్థం చేసుకున్నాడు. ఈ రెంటి మధ్య జరిగే యాదృచ్ఛికమైన కలయికల వల్ల సంతతి లక్షణాలు నిర్ణయింపబడతాయి.

1900లో డీ ఫ్రీస్ "అనువంశికతా ధర్మాలు" అన్న గ్రంథ రచనకి పూనుకున్నాడు.

డీ ఫ్రీస్‌కి తెలియకుండా మరో ఇద్దరు వృక్ష శాస్త్రవేత్తలు కూడా అవే అనువంశికతా ధర్మాలని కనుక్కున్నారు. వాళ్ళిద్దరూ కూడా 1900 కల్లా వాళ్ళ ఆవిష్కరణలని ప్రచురించటానికి సిద్ధం అయ్యారు. వాళ్ళ పేర్లు – జర్మన్ వృక్ష శాస్త్రవేత్త కార్ల్ ఎరిక్ కారెన్స్ (1864–1933), ఆస్ట్రియన్ వృక్ష

శాస్త్రవేత్త ఇరిక్ ట్షెర్మాక్ ఫాన్ సైసెనెక్ (1871–1962).

ఈ ముగ్గురు వృక్ష శాస్త్రవేత్తలూ తమ రచనలని ప్రచురించే ముందు ఈ రంగంలో అంతకు ముందు ఎవరైనా ఏదైనా కృషి చేశారా అని సమీక్షించారు. ముగ్గురికీ మెండెల్ రాసిన పత్రాలే తారసపడ్డాయి. తాము కనుక్కున్న సూత్రాలే మెండెల్ కూడా కనుక్కున్నాడని తెలుసుకుని ఆశ్చర్యపోయారు. వాటిని మెండెల్ 40 ఏళ్ళ క్రితమే కనుక్కున్నాడు.

1900లో ముగ్గురు వృక్ష శాస్త్రవేత్తలు – డీ వ్రీస్, కారెన్స్, ట్షర్మాక్ ఫాన్ సైసెనెక్‌లు తమ ఆవిష్కరణలని ప్రచురించారు. కాని ముగ్గురూ ఘనత అంతా మెండెల్‌దేనని వినమ్రంగా ఒప్పుకున్నారు. అందుకే నేడు మనం మెండెల్ అనువంశికతా సూత్రాలు అని చెప్పుకుంటున్నాం. ఈ పరిణామాలన్నీ చూడటానికి మెండెల్ జీవించి లేకపోయినా, అతని ఖ్యాతి మాత్రం చిరస్థాయిగా నిలిచిపోయింది.

3. ఫ్లెమింగ్ - క్రోమోజోములు

పందొమ్మిదవ శతాబ్దంలో శాస్త్రవేత్తలు జంతువుల, మొక్కల అవయవాలని చాలా క్షుణ్ణంగా పరిశీలించారు. వీటిలోని వివరాలను, సూక్ష్మాలను పరిశీలించడానికి సూక్ష్మదర్శినిని వాడారు. జీవరాశులలో సూక్ష్మదర్శినిలో తప్ప కంటికి కనిపించనంతటి చిన్న చిన్న నిర్మాణాలు వారికి తారసపడసాగాయి. వాటికి కణాలు అని పేరు పెట్టారు.

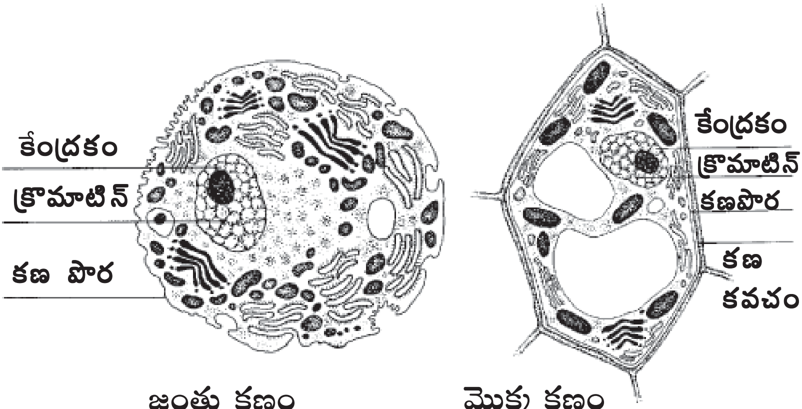
జంతువులలో కన్నా మొక్కల్లో కణాలు తేలికగా కనిపిస్తాయి. 1838లో మథయాస్ జాకొబ్ ష్లైడెన్ (1804–1881) అనే జర్మన్ వృక్ష శాస్త్రవేత్త మొక్కలన్నీ కణాలతో నిర్మితమై ఉంటాయని ప్రకటించాడు. ఆ కణాలని వేరు చేస్తూ పలుచని గోడలు ఉంటాయన్నాడు. మొక్కల నిర్మాణానికి కణాలే రాళ్ళ వంటివి అన్నాడు.

ఆ మరుసటి సంవత్సరమే తియోడోర్ ష్వాన్ (1880–1882) అనే మరో జర్మన్ జీవశాస్త్రవేత్త ఈ భావనని మరింత విస్తరింపచేశాడు. మొక్కలే కాదు, జంతువులు కూడా కణాలతోనే నిర్మింపబడతాయని అన్నాడు. జంతు కణాల గోడలు మరింత పలుచగా ఉన్నాయన్నాడు. ష్లైడెన్, ష్వాన్‌లు ఆ విధంగా జీవకణ సిద్ధాంతాన్ని ప్రతిపాదించారు. వీరి భావన నిజమని తరువాత కాలంలో తేలింది.

1845లో కార్ల్ ఫాన్ సీబోల్డ్ (1804–1885) అనే జర్మన్ జీవశాస్త్రవేత్త ఒకే ఒక కణంతో నిర్మితమైన అతిసూక్ష్మమైన జీవరాశులు కూడా ఉన్నాయని నిరూపించాడు.

కంటికి కనిపించేటంత పెద్ద ఆకారం గల జీవరాశులు ఎన్నో కణాలతో నిర్మించబడి ఉంటాయి, వీటిని బహుళ కణ జీవాలు అంటారు. జీవి ఆకారం ఎంత పెద్దగా ఉంటే వాటిల్లో కణాల సంఖ్య అంత ఎక్కువగా ఉంటుంది. కణాల సంఖ్య పెంచుకుంటూ బహుళ కణజీవాలు తమ ఆకృతిని

పెంచుకుంటాయి. జీవాలన్నీ ఒకే కణం నుంచి తమ జీవితాన్ని మొదలుపెడతాయి. జంతువుల, మొక్కల విషయంలో ఈ ఒకే కణం అండకణం అవుతుంది.



జంతు కణం మొక్క కణం

ఎదిగిన మానవ దేహంలో సుమారు 50 లక్షల కోట్ల (50,00,00,00,000,000) కణాలు ఉంటాయి. కాని ఈ కణరాశికి ఆరంభం ఒక కణం మాత్రమే. ఒక కణం రెండుగా విభజన చెందుతుంది. ఆ రెండు కణాలు పెరిగి అవి కూడా విభజన చెంది మొత్తం నాలుగు కణాలు అవుతాయి. అలా 45 సార్లు విభజన చెందితే చాలు – ఒక కణం యాభై లక్షల కోట్ల కణాలు అవుతుంది!

ఇంతకీ ఈ కణాలు ఎలా విభజన చెందుతాయి? కణ విభజన చెందినప్పుడు కణాలలో ఏం జరుగుతుంది?

కణాలని చిన్న చిన్న నీటి బొట్లలా ఊహించుకుంటున్నారేమో. ఒక నీటి బొట్టు రెండు నీటి బొట్లు అయినట్లే, ఒక కణం రెండుగా విడిపోతుందని అనుకుంటున్నారా? కాని ఆ ఊహ పూర్తిగా నిజం కాదు. సూక్ష్మదర్శినిలో పరిశీలిస్తే కణం వట్టి నీటి బొట్టు కాదని తేలికగా తెలుస్తుంది. అంత చిన్న కణంలో కూడా ఇంకా చిన్న అంతరంగ అంశాలు ఉన్నాయి.

కణ సిద్ధాంతం పూర్తిగా స్థాపించబడక ముందే కొంతమంది శాస్త్రవేత్తలు కణ కేంద్రంలో ఒక చిన్న నిర్మాణాన్ని గుర్తించారు. స్కాటిష్ జీవశాస్త్రవేత్త రాబర్ట్ బ్రౌన్‌కి (1773-1858) ఈ నిర్మాణం ఎంత తరచుగా కనిపించేది అంటే అది కణాలు అన్నిటిలోను ఉంటుందని చాటాడు. ఆ నిర్మాణానికి న్యూక్లియస్ అని పేరు పెట్టాడు. లాటిన్‌లో 'చిన్న పప్పు' అన్న అర్థం గల పదం నుండి ఈ పేరు వచ్చింది. పెద్ద డొల్ల మధ్యలో చిన్న పప్పు ఉన్నట్లు ఈ నిర్మాణం కనిపించింది.

కణ సిద్ధాంతానికి మూలపురుషుల్లో ఒకరైన ష్లైడెన్‌కి కణ విభజనకి ఈ న్యూక్లియస్ చాలా అవసరం అనిపించింది. బహుశ ఈ న్యూక్లియస్ పైపొర చిప్పిల్లి అందులోనుంచి పిల్ల కణాలు పుట్టుకొస్తాయేమోనని ఊహించుకున్నాడు.

కాని 1846లో ఫాన్ నాగెలీ (మెండెల్ ఆవిష్కరణల గొప్పదనాన్ని గుర్తించలేకపోయిన వ్యక్తి) కణ విభజన అలా జరగదని నిరూపించాడు. కణ విభజనలో మరి న్యూక్లియస్ పాత్ర ఏమిటి? కణ విభజన జరిగినప్పుడు ఒక కణంలో న్యూక్లియస్ ఉండి, రెండో కణంలో లేకపోతే న్యూక్లియస్ లేని కణం చచ్చిపోతుంది. న్యూక్లియస్ ఉన్న కణం మామూలుగా ఎదిగి తగుసమయంలో విభజన చెందుతుంది.

మరి కణ విభజన ఎలా జరుగుతుందో తెలుసుకోవటం ఎలా? కణాల అంతరంగ అంగాలన్నీ పారదర్శకంగా ఉంటాయి. సూక్ష్మదర్శినిలో చూసినా అంతా ఛాయామాత్రంగా కనిపిస్తుంది. దృశ్యాన్ని ఇంకా పెద్దగా చేసినా ఛాయ పెద్దదవుతుందే తప్ప చిత్రంలో స్పష్టత రాదు.

1850ల నుండి రసాయన శాస్త్రవేత్తలు ప్రకృతిలో లేని నానా రకాల రసాయనాలని సృష్టించటం నేర్చుకుంటూ వచ్చారు. ముఖ్యంగా రంగు గల రసాయనాలు ఎన్నో తయారుచేశారు. ఈ రంగు గల రసాయనాలనే నేత పరిశ్రమలో అద్దకాలుగా వాడతారు.

ఈ అద్దకాలు కడిగితే పోవు, ఎండకి తేలికగా వెలిసిపోవు. అనతికాలంలోనే ఈ కొత్త అద్దకాలు ఎన్నో పరిశ్రమలకి ప్రాణం పోశాయి.

ఈ అద్దకాలని ఉపయోగించి కణాలకి కూడా రంగులు వేయొచ్చేమోనని కొందరు జీవశాస్త్రవేత్తలకి ఆలోచన వచ్చింది. కణం లోపల నానా రకాల నిర్మాణాలూ ఉన్నాయి. వాటికి వేరు వేరు రసాయనిక లక్షణాలు ఉండొచ్చు. ప్రత్యేక అద్దకాలు ప్రత్యేక నిర్మాణాలతోనే చర్య జరపొచ్చు. కాబట్టి సూక్ష్మదర్శినిలో చూసినప్పుడు కొన్ని నిర్మాణాలు చక్కగా రంగుదేలి స్పష్టంగా కనిపించవచ్చు. కొన్ని అసలు కనిపించకపోవచ్చు. ఈ విధంగా ప్రత్యేక రీతుల్లో అద్దకాలని వాడి కణంలోని నిర్మాణాలని పరిశోధించవచ్చు.

1870లలో వాల్టర్ ఫ్లెమింగ్ (1843–1905) అనే జర్మన్ జీవశాస్త్రవేత్త ఈ రీతిలోనే అద్దకాలని వాడటం మొదలుపెట్టాడు. ఒక ప్రత్యేక అద్దకాన్ని న్యూక్లియస్‌లో కేంద్ర ప్రాంతాలు మాత్రమే గ్రహించేవి. మిగతా ప్రాంతాలు ఆ అద్దకాన్ని గ్రహించలేదు. కాబట్టి సూక్ష్మదర్శినిలో అద్దకం చేరుకున్న ప్రాంతాలని స్పష్టంగా చూడటానికి వీలయ్యింది.

న్యూక్లియస్‌లో అద్దకాన్ని పీల్చుకున్న ప్రాంతానికి ఫ్లెమింగ్ క్రొమాటిన్ అని పేరు పెట్టాడు. గ్రీకులో రంగు అన్న పదం నుండి ఈ పదం వచ్చింది.

తరువాత ఫ్లెమింగ్ వేగంగా వృద్ధి చెందుతున్న కణజాలాన్ని సూక్ష్మదర్శిని కింద పెట్టి చూశాడు. కణ విభజన వివిధ దశలలో ఉన్న కణాలని అతడు చూశాడు. కాని అద్దకం రంగు లేకుండా ఏం జరుగుతోందో చెప్పటం కష్టం అయ్యింది.

ఫ్లెమింగ్ ఈ సారి కణజాలానికి రంగు పట్టించి మళ్ళీ సూక్ష్మదర్శినిలో పెట్టి చూశాడు. అయితే ఆ అద్దకం కణంలోని పదార్థాలతో కలిసి, వాటిని విషపూరితం చేసి కణాలని చంపేసింది. కాబట్టి కణ విభజన కొనసాగకుండా మధ్యలో ఆగిపోయింది. అయితే వివిధ కణాలు వివిధ దశలలో ఉండగా చచ్చిపోయాయి. చలన చిత్రంలో వరసగా వచ్చే వివిధ దృశ్యాలని

చిందరవందరగా పేర్చి చూసినట్లు ఉంది ఆ కణాల స్థితి. ఆ చిత్రాలని శ్రద్ధగా పరీక్షిస్తే వాటి అసలు వరస క్రమం ఏమిటో ఊహించటానికి వీలవుతుంది. అప్పుడు కణ విభజనలో వరసక్రమాన్ని అర్థం చేసుకోవటానికి వీలవుతుంది.

అలాంటి పరిశీలనల సహాయంతో కణ విభజనలోని సంఘటనల క్రమాన్ని చాలా క్షుణ్ణంగా విశదీకరించాడు ఫ్లెమింగ్. ఈ వివరాలన్నిటినీ వర్ణిస్తూ 1882లో ఒక పుస్తకాన్ని కూడా ప్రచురించాడు.

కణ విభజన మొదలుకాగానే క్రొమాటిన్ పదార్థం అంతా న్యూక్లియస్‌లో ఒక చోట పేరుకుని చిన్న చిన్న గొట్టాలలాగా, సేమ్యా దారాలలాగా ఏర్పడుతుంది. ఈ గొట్టాలకి ఫ్లెమింగ్ క్రోమోజోమ్ అని పేరు పెట్టాడు. అంటే గ్రీకులో రంగు గల వస్తువు అని అర్థం. అయితే క్రోమోజోములకి సహజంగా ఏ రంగూ ఉండదు. ఫ్లెమింగ్ వాడిన అద్దకాలతో సంపర్కం ఏర్పడినప్పుడు ఆ అద్దకాన్ని క్రోమోజోములు పీల్చుకుని రంగు దేలతాయి.

కణ విభజన జరుగుతూ ఒకొక్క క్రోమోజోము దానికి ప్రతిని తయారుచేసుకుంటుంది. అంటే ప్రతి క్రోమోజోము రెండింతలు అవుతుంది అన్నమాట.

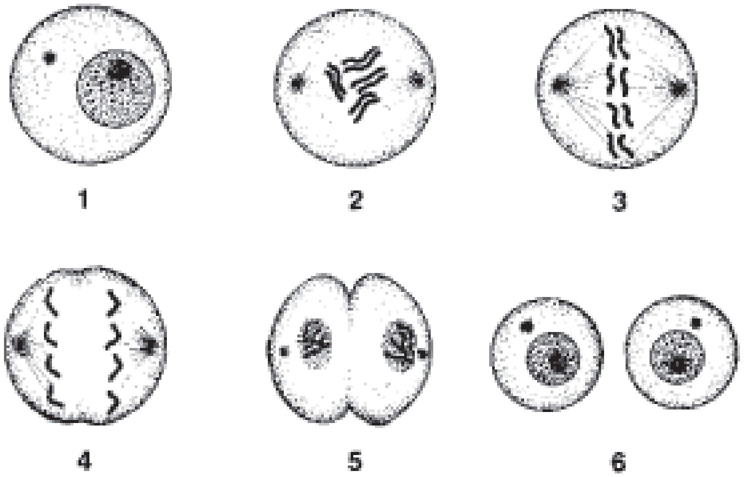
ఇంతలో న్యూక్లియస్ చుట్టూ ఉండే పొర కరిగి మాయమైపోతుంది. అలా రెండింతలైన క్రోమోజోములు అన్నీ కణ కేంద్రంలో పోగవుతాయి. రెండింతలైన క్రోమోజోములలో సగ భాగం కణంలో ఒక కొసకి, రెండవ భాగం మరొక కొసకి జరుగుతాయి. ఆ విధంగా కణం రెండు అంచుల వద్ద సంపూర్ణ క్రోమోజోముల సముదాయం ఏర్పడుతుంది. ఈ క్రోమోజోముల సముదాయం చుట్టూ కొత్తగా ఒక పొర ఏర్పడుతుంది. ఆ విధంగా కణంలో రెండు అంచులలో రెండు న్యూక్లియస్‌లు ఏర్పడతాయి. అప్పుడు కణ మధ్యభాగం క్రమంగా సన్నగా అవుతూ, ఒక దశలో కణం

రెండుగా విడిపోతుంది.

అలా రెండు కణాలు ఏర్పడతాయి. దేని న్యూక్లియస్ దానికి ఉంటుంది.

ఫ్లెమింగ్ కృషిని ఇతరులు కొనసాగించారు. వారిలో ఒకరు బెల్జియన్ జీవశాస్త్రవేత్త ఎడ్వర్డ్ ఫాన్ బెనేడెన్ (1846–1910).

1887లో బెనేడెన్ ఒక ప్రత్యేక రకం మొక్కలోగాని, జంతువులోగాని అన్ని కణాలలోను ఒకే సంఖ్యలో క్రోమోజోములు ఉంటాయని నిరూపించాడు. కణ విభజనలో ఈ సంఖ్య ముందు ద్విగుణీకృతం అవుతుంది. అందుకే కణ విభజన జరిగాక రెండు శిశుకణాలలోను మాతృకణంలో ఉన్నన్ని క్రోమోజోములే ఉంటాయి.

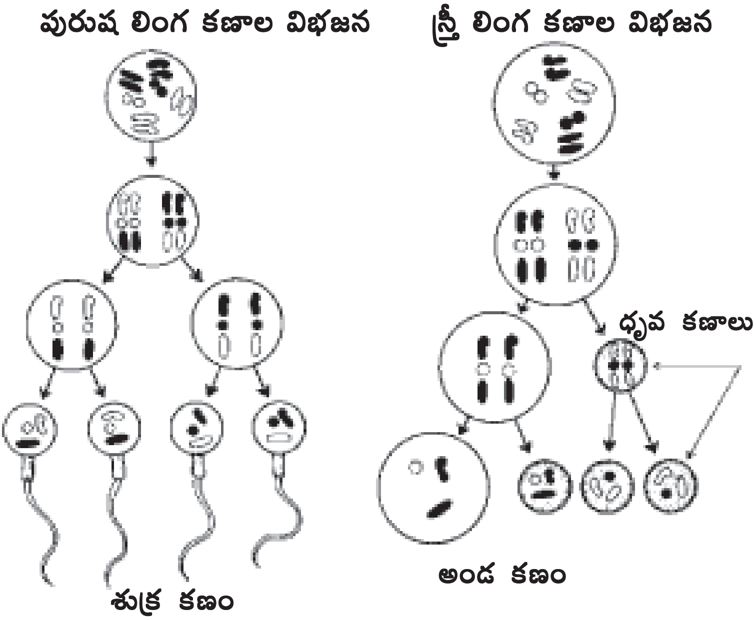


క్రోమోజోముల విభజన (మైటాసిస్)

ఉదాహరణకి ప్రతి మానవ కణంలోను 46 క్రోమోజోములే ఉంటాయని మనకి తెలుసు. మానవ కణం విభజన చెందినప్పుడు ప్రతి క్రోమోజోము దాని ప్రతిని ఒకదాన్ని తయారుచేసుకుంటుంది. ఆ విధంగా 92 క్రోమోజోములు తయారు అవుతాయి. వీటిలో 46 క్రోమోజోములు కణంలో ఒక కొసకి, తక్కిన 46 క్రోమోజోములు కణంలో మరో కొసకి

చేరతాయి. చివరికి చెరో 46 క్రోమోజోములు ఉన్న రెండు కణాలు తయారవుతాయి.

మియాసిస్ ప్రక్రియ



అయితే లింగ కణాలు ఏర్పడినప్పుడు ఒక్కొక్క దానికి క్రోమోజోముల సగం (Haifa – హైఫా) సముదాయం మాత్రమే దక్కుతుంది. ఈ ప్రక్రియని మియాసిస్ అంటారు. ఈ విభజన వల్ల క్రోమోజోముల సంఖ్య సగం అవుతుంది కాబట్టి దీన్ని తరుగుదల విభజన అంటారు. అంటే మొక్కల్లోను, జంతువుల్లోను ఉండే శుక్ర కణాలలోను, అండకణాలలోను ఉండే క్రోమోజోముల సంఖ్య ఇతర కణాలలోని క్రోమోజోముల సంఖ్యలో సగం ఉంటుంది. కాబట్టి మానవ కణాలలో 46 క్రోమోజోములు ఉన్నా, శుక్ర కణాలలోను, అండకణాలలోను 23 క్రోమోజోములే ఉంటాయి.

ఒక మానవ శుక్రకణం, ఒక మానవ అండకణంతో కలిసినప్పుడు ఒక దాంట్లోని 23 క్రోమోజోములు, మరో దాంట్లోని 23 క్రోమోజోములతో

కలుస్తాయి. తత్ఫలితంగా, సగం తల్లి నుండి సగం తండ్రి నుండి రాగా మొత్తం 46 క్రోమోజోములు గల "ఫలదీకృత అండకణం" తయారు అవుతుంది.

ఈ ఫలదీకృత అండకణం పదే పదే విభజన చెందటం మొదలు పెడుతుంది. అలా పుట్టిన ప్రతి కణంలోను 46 క్రోమోజోములే ఉంటాయి. వాటిలో సగం తండ్రి క్రోమోజోముల లాంటివి, సగం తల్లి క్రోమోజోముల లాంటివి ఉంటాయి.

4. మోర్గాన్ - ఈగల పరిశోధనలు

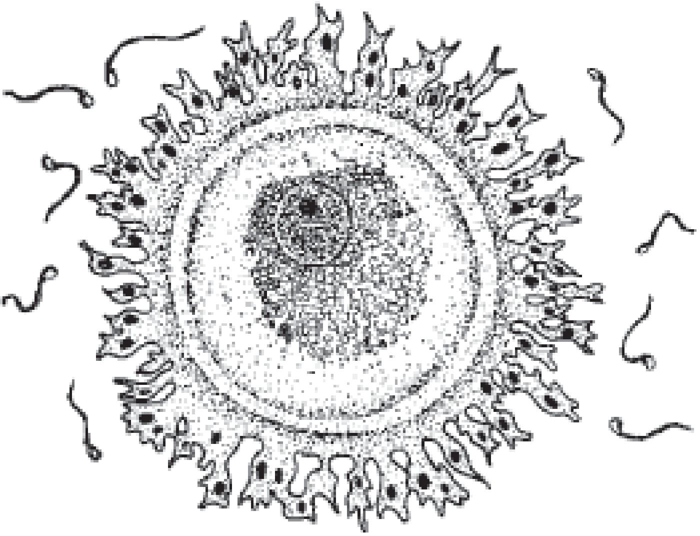
1900లో డీ వ్రీస్, కారెన్స్, ట్షర్మాక్ ఫాన్ వేసినెక్‌లు మెండెలియన్ అనువంశికతా ధర్మాలని పునరావిష్కరించినంత వరకు, జీవశాస్త్రవేత్తలకి ఫ్లెమింగ్, బెనేడెన్‌ల పరిశోధనల ప్రాముఖ్యత అర్థం కాలేదు. అప్పటినుంచి మెండెలియన్ సిద్ధాంతాలకి మూర్తి రూపాలుగా క్రోమోజోములు కనిపించసాగాయి.

ఈ విషయాన్ని సూచించిన మొట్టమొదటి వాడు అమెరికన్ జీవశాస్త్రవేత్త వాల్టర్ స్టాన్బరో సటన్ (1877–1916). 1902లో, పట్టుమని పాతికేళ్ళు కూడా నిండని యవ్వనంలో, ఇతగాడు ఒక చక్కని పరిశోధనా పత్రం రాశాడు. అందులో క్రోమోజోములు అన్నీ బాగా సన్నిహితమైన పోలికలు ఉన్న జతలుగా ఏర్పాటై ఉన్నాయని నిరూపించాడు. కాబట్టి మానవ

పురుషునిలో 46 క్రోమోజోములు
22 జతలు + లింగ నిర్ధారణ చేసే 2 క్రోమోజోములు

కణంలో 46 క్రోమోజోములు ఉన్నాయనే కన్నా, 23 జతల క్రోమోజోములు ఉన్నాయనటం సమంజసం అన్నాడు.

శుక్రకణాలలోను, అండకణాలలోను మాత్రం ఒక్కొక్క క్రోమోజోము జత నుండి ఒక్క క్రోమోజోమే ఉంటుంది అని కూడా ఇతడు 1903లో నిరూపించాడు. వాటిలో ఉండే 23 క్రోమోజోముల సముదాయం అర్ధ సముదాయం అన్నమాట.



అండం చుట్టూ వీర్య కణాలు

ఫలదీకృత అండకణంలో కూడా 23 జతల క్రోమోజోములే ఉంటాయి. కాని ప్రతి జతలో ఒక క్రోమోజోము తండ్రి నుండి, మరొకటి తల్లి నుండి వస్తుంది.

ఇప్పుడు మెండెల్ బఠాణీ మొక్కలకి మరోసారి వద్దాం.

ఉదాహరణకి బఠాణీ మొక్క కణంలో పొడగరితనాన్ని (T-tall)/ పొట్టిదనాన్ని (s-short) శాసించే ఒక క్రోమోజోము ఉంటుందని అనుకుందాం. ఆ క్రోమోజోము T గాని s గాని కావచ్చు. ఈ క్రోమోజోముకి

మరో జంట క్రోమోజోము ఉంటుంది. అది కూడా పొడగరితనాన్ని/పొట్టిదనాన్ని శాసిస్తుంది. ఆ క్రోమోజోము కూడా T గాని s గాని కావచ్చు.

ఆ కారణం చేత ఆ క్రోమోజోముల జత TT, Ts, sT, ss లలో ఏదో ఒకటి అవుతుంది.

TT రకం మొక్కకి చెందిన శుక్రకణంలోని క్రోమోజోముల జతలో ఒక క్రోమోజోమే ఉంటుంది. అది T క్రోమోజోమే అవుతుంది. అలాగే ss రకం మొక్కకి చెందిన శుక్రకణంలోని క్రోమోజోముల జతలో ఒక క్రోమోజోమే ఉంటుంది. అది s క్రోమోజోమే అవుతుంది. అండకణాలలో కూడా ఈ సూత్రాలే వర్తిస్తాయి. అలాగే sT రకం మొక్కకి గాని Ts మొక్కకి గాని చెందిన శుక్రకణంలోని క్రోమోజోముల జతలో ఒకే క్రోమోజోము మాత్రమే ఉంటుంది. కాబట్టి, సగం s రకానివి, సగం T రకానివి అవుతాయి. అండకణాల విషయంలో కూడా ఇలాగే జరుగుతుంది. ఇప్పుడు శుక్రకణం, అండకణాల కలయికతో విత్తనాలు ఏర్పడతాయని గుర్తుంచుకుంటే, s కన్నా T ప్రాబల్యం ఎక్కువ కాబట్టి, మెండెల్ సూత్రాలనన్నిటిని క్రోమోజోముల పరంగా వివరించవచ్చు.

ఇది నిజంగా అత్యద్భుతం. క్రోమోజోములు అనేవి ఉన్నాయని కూడా తెలియకుండా, కేవలం తన బఠాణీ మొక్కల్లో పరిణామాలని గమనిస్తూ, క్రోమోజోములు ఎలా పని చేస్తాయో అద్భుతంగా వర్ణించాడు మెండెల్.

అయితే మరి కొన్ని ప్రశ్నలు లేకపోలేదు. మొదటి సమస్య ఏమిటంటే క్రోమోజోముల సంఖ్య ఆశించిన దాని కన్నా చాలా తక్కువ. మానవ కణాలలో కేవలం 23 జతల క్రోమోజోములే ఉన్నాయి. ఒక్కొక్క క్రోమోజోముల జత ఒక భౌతిక లక్షణాన్ని శాసిస్తుందని అనుకుంటే, కేవలం 23 భౌతిక లక్షణాలే వస్తాయి. కాని అదెలా సాధ్యం? మనిషి భౌతిక లక్షణాల సంఖ్య 23 కన్నా చాలా పెద్దదే అయ్యుండాలి.

అయితే ఈ సమస్యకి సమాధానం తేలికైనదే. బహుశ మొత్తం

క్రోమోజోము కాకుండా, క్రోమోజోములలో చిన్న చిన్న భాగాలు మాత్రమే ప్రత్యేక భౌతిక లక్షణాలని శాసిస్తూ ఉండొచ్చు. ముత్యాల సరంలో ముత్యాలలా క్రోమోజోము పొడవునా అలాంటి భాగాలు ఉండొచ్చు. ఒక్కొక్క క్రోమోజోములోను అలాంటి భాగాలు డజన్లు, వందలు, వేలు ఉండొచ్చు.

1909లో విల్‌హెల్మ్ లూడ్విగ్ యోహాన్సన్ (1857–1927) అనే డేనిష్ వృక్ష శాస్త్రవేత్త భౌతిక లక్షణాలని శాసించే ఆ క్రోమోజోమ్ భాగాలకి జన్యువు (gene) అని పేరు పెట్టాడు. గ్రీకులో ఈ పదానికి "పుట్టుకకి కారణం అయినది" అని అర్థం. ఈ సూచనని అందరూ సమ్మతించారు. క్రోమోజోములు అంటే జన్యువుల మాలికలు అని అందరూ అనుకోసాగారు.

నుసి పురుగు క్రోమోజోములు, ఒక్కొక్క క్రోమోజోము పొడవునా వేలాది జన్యువులు ఉంటాయి

అయితే మరిన్ని చిక్కు ప్రశ్నలు లేకపోలేదు. ఇవి మరి కాస్త

జటిలమైనవి. ఉదాహరణకి పుట్టబోయే శిశువు మగ శిశువా, ఆడ శిశువా అన్న దానిని శాసించే కారణం ఏమిటి? మనుషుల్లో (ఎన్నో జంతు జాతులలో కూడా) సగం మంది పిల్లలు మగ పిల్లలు, సగం ఆడ పిల్లలుగా పుడతారు. స్త్రీత్వం, పురుషత్వం అనేవి చాలా ముఖ్యమైన భౌతిక లక్షణాలు. కాని ఆ లక్షణాలు మెండెల్ సూత్రాలని పాటించవు. మెండెల్ సూత్రాల ప్రకారం ఒక కొత్త తరం మొత్తం ఒకే లక్షణం గల సంతతి పుట్టొచ్చు, రెండవ లక్షణం ఎక్కడా కనిపించక పోవచ్చు. లేదా 3:1 నిష్పత్తిలో లక్షణాలు విభజించబడి ఉండొచ్చు. స్త్రీత్వ, పురుషత్వ లక్షణాలకి మాదిరి ఎప్పుడూ 1:1 నిష్పత్తిలో మాత్రం కనిపించవు.

థామస్ హంట్ మార్గన్

అమెరికన్ జీవశాస్త్రవేత్త థామస్ హంట్ మార్గన్ (1866-1945) ధ్యాస ఈ సమస్య మీదకి మళ్ళింది. దాన్ని పరిశోధించటానికి 1908లో ఇతడు ఒక చిన్న పురుగుని ఎంచుకున్నాడు. అదే "ఫ్రూట్ ఫ్లై" (నుసి పురుగు). దీని శాస్త్రీయ నామం డ్రొసోఫిలా. ఇది చాలా చిన్న కీటకం. దీనిని పెంచటానికి పెద్దగా స్థలం అక్కరలేదు. దీని కణాలలో కేవలం నాలుగు జతల క్రోమోజోములే ఉంటాయి.

ఈ రకం ఈగలకి సామాన్యంగా ఎర్రని కళ్ళు ఉంటాయి. కాని మార్గన్‌కి అప్పుడప్పుడు తెల్లని కళ్ళున్న ఈగలు తారసపడేవి. తెల్ల కళ్ళున్న మగ ఈగలని, ఎర్రని కళ్ళున్న ఆడ ఈగలని ఒక సీసాలో ఉంచితే, పూర్తిగా

ఎర్ర కళ్ళ సంతతే వచ్చింది. తెల్ల కళ్ళ కన్నా ఎర్ర కళ్ళకి ప్రాబల్యం ఎక్కువైతే మెండెల్ సూత్రాల ప్రకారం అలాగే జరుగుతుందని మనకి తెలుసు.

నుసి పురుగులు

ఎర్ర కళ్ళ ఆడ   ఎర్ర కళ్ళ మగ   తెల్ల కళ్ళ మగ

కాని ఎర్రని కళ్ళ తదుపరి తరంలో, అంతరంగ సంపర్కం జరగనిచ్చినప్పుడు, ఎర్ర కళ్ళు తెల్ల కళ్ళు 3:1 నిష్పత్తిలో కనిపించాయి. ఈసారి కూడా మెండెల్ ధర్మాలే వర్తించాయి.

కాని ఆశ్చర్యం ఏమిటంటే తెల్ల కళ్ళ ఈగలన్నీ మగ ఈగలు అయ్యాయి. అలా ఎందుకు జరిగింది?

ఈగ క్రోమోజోముని సూక్ష్మంగా పరిశీలించాడు మోర్గాన్. ఆడ ఈగల్లో నాలుగు సంపూర్ణ జతలు ఉన్న క్రోమోజోములు కనిపించాయి. ఈ జతలలో ఒకదానికి మార్గన్ X-క్రోమోజోము అని పేరు పెట్టాడు. మగ ఈగల్లో మూడు సంపూర్ణ జతలు ఉన్నాయి. కాని ఒకే X-క్రోమోజోము ఉంది. దాని జంట క్రోమోజోమ్ లోపించింది.

అంటే ఆడ ఈగలో అండకణాలు ఏర్పడినప్పుడు, ప్రతి అండకణానికి ప్రతి క్రోమోజోము జత నుండి ఒక క్రోమోజోము వస్తుంది కాబట్టి, ఒక్కొక్క అండకణంలోను ఒకే ఒక క్రోమోజోము ఉంటుంది.

కాని మగ ఈగలో శుక్రకణాలు ఏర్పడినప్పుడు, ప్రతి శుక్రకణానికి ఒక్కొక్క క్రోమోజోము జంట నుండి ఒకే క్రోమోజోము దక్కుతుంది. కాని

X-క్రోమోజోముకి జంట క్రోమోజోము లేదు. కాబట్టి సగం శుక్రకణాలలో X-క్రోమోజోము ఉంటే మిగతా సగంలో ఉండదు.

ఇప్పుడు ఈగ అండకణం, X-క్రోమోజోము ఉన్న శుక్రకణంతో కలిస్తే, ఫలదీకృత అండకణంలో రెండు X-క్రోమోజోములు ఉంటాయి. ఆ అండకణం ఆడ ఈగగా వికాసం చెందుతుంది. అలా కాకుండా అండకణం X-క్రోమోజోము లేని శుక్రకణంతో కలిస్తే, ఫలదీకృత అండకణంలో ఒకే X-క్రోమోజోము ఉంటుంది. అది మగ ఈగగా రూపొందుతుంది.

నుసి పురుగుల క్రోమోజోములు

రెండు రకాల శుక్రకణాలు సమాన సంఖ్యలో ఉంటాయి కాబట్టి, సగం ఫలదీకృత అండకణాలు మగ ఈగలు గాను, మిగతా సగం ఆడ ఈగలు గాను రూపొందుతాయి.

(ఇంచుమించు ఇలాంటిదే మనుషులలో కూడా జరుగుతుంది. స్త్రీలలో 23 సంపూర్ణ క్రోమోజోము జతలు ఉంటాయి. పురుషులలో 22 సంపూర్ణ క్రోమోజోముల జతలతోపాటు ఒక X-క్రోమోజోము, దానికి జతగా ఒక చిన్న Y-క్రోమోజోము ఉంటుంది.)

అంతా బాగానే ఉంది గాని దీని వల్ల తెల్ల కళ్ళ ఈగలన్నీ మగ ఈగలు ఎందుకయ్యాయో ఎక్కడ తెలిసింది?

ఈ రకం ఈగలలో కంటి రంగుని శాసించే జన్యువు X-క్రోమోజోము

మీద ఉంది. రెండు X-క్రోమోజోములల మీద ఎర్ర కంటి జన్యువులు (RR) ఉన్న ఆడ ఈగకి ఎర్ర కళ్ళు ఉంటాయి. ఒక క్రోమోజోము మీద తెల్ల కంటి జన్యువు (RW లేక WR) ఉన్నా కూడా ఎర్ర కళ్ళే వస్తాయి. ఎందుకంటే ఎర్ర కళ్ళకి తెల్ల కళ్ళ కన్నా ప్రాబల్యం ఎక్కువ. రెండు X-క్రోమోజోముల మీదా తెల్ల కంటి జన్యువులు (WW) ఉన్నప్పుడే తెల్ల కంటి ఈగ పుడుతుంది. రెండు X-క్రోమోజోములు ఉన్న ఈగ ఆడ ఈగే అవుతుంది. కాని తెల్ల కంటి జన్యువు చాలా అరుదు. పైగా అది రెండు X-క్రోమోజోముల మీదా కనిపించటం ఇంకా అరుదు. అందుకే తెల్ల కళ్ళున్న ఆడ ఈగ అరుదుగానే తారసపడుతుంది.

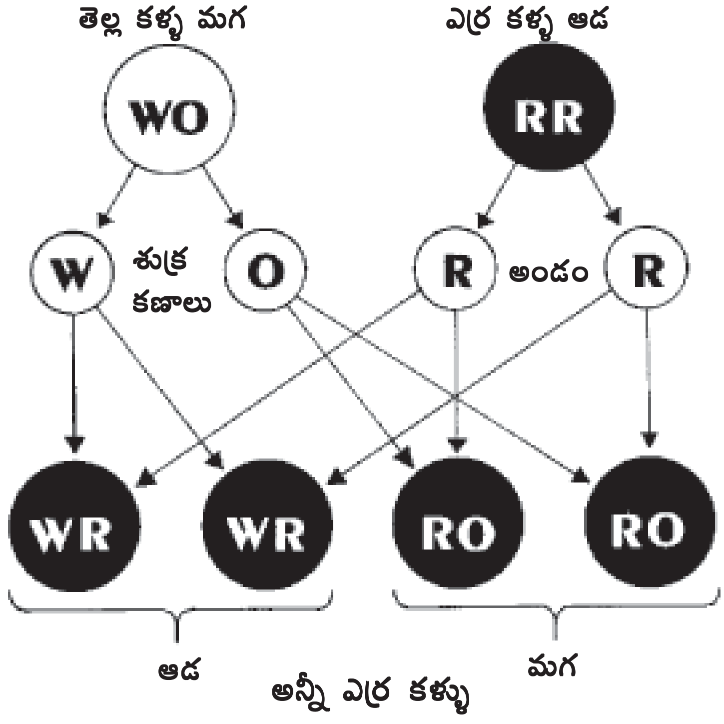
మగ ఈగలలో ఉండే ఏకైక X-క్రోమోజోము మీద ఎర్ర కంటి జన్యువు (RO) ఉంటే ఆ ఈగకి ఎర్ర కళ్ళు వస్తాయి. అదే X-క్రోమోజోము మీద తెల్ల కంటి జన్యువు (WO) ఉన్నట్లయితే, దానికి తెల్ల కళ్ళు వస్తాయి. ఒక తెల్ల కంటి జన్యువు ఉంటే చాలు. రెండవ X-క్రోమోజోమే లేనప్పుడు ఇక ప్రాబల్యం ప్రసక్తి రాదు.

ఇప్పుడు ఒక తెల్ల కంటి మగ ఈగకి (WO), సామాన్యంగా కనిపించే ఎర్ర కంటి ఆడ ఈగకి (RR) మధ్య సంపర్కం జరిగింది అనుకుందాం. ప్రతి అండ కణంలోను R జన్యువు ఉంటుంది. కాని శుక్రకణాలలో W, O అని రెండు రకాలు ఉంటాయి. ఫలదీకృత అండ కణాలలో సగం కణాలకి W జన్యువు ఉన్న X-క్రోమోజోము సంక్రమిస్తుంది. అవి RW రకం జీవాలుగా వికాసం చెందుతాయి. అన్నీ ఆడ ఈగలే అవుతాయి. అన్నిటికీ ఎర్రని కళ్ళే ఉంటాయి. మిగతా సగంలో X-క్రోమోజోము ఉండదు. అంటే అవి RO రకం జీవాలు అవుతాయి. ఎర్రని కళ్ళున్న మగ ఈగలు అవుతాయి.

ఇప్పుడు ఈ ఎర్ర కంటి సంతతిలో వాటిల్లో వాటికి (ఆడ RW, మగ RO) సంపర్కాలు జరిగాయి అనుకుందాం. అండ కణాలలో సగం R రకానికి, రెండవ సగం W రకానివి అవుతాయి. ఇక్కడ రెండు రకాల పరిణామాలు

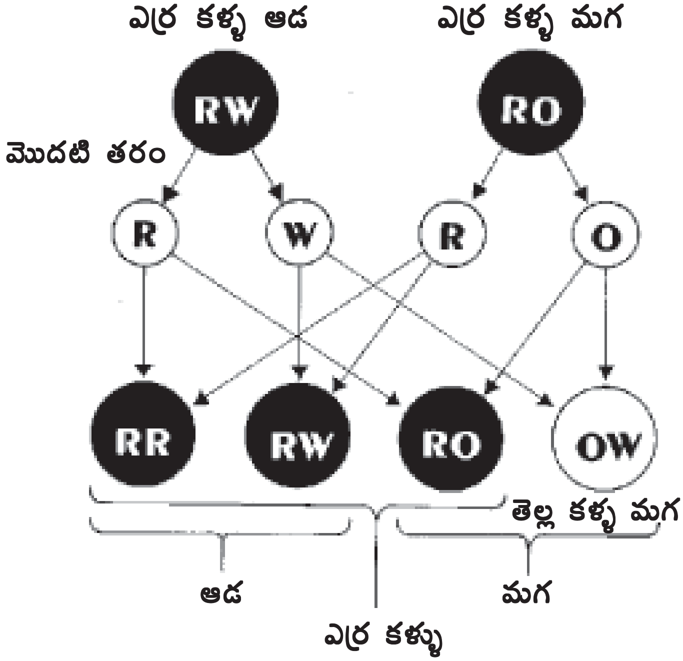
సాధ్యం అవుతాయి. అండ కణాలు X–క్రోమోజోము ఉన్న శుక్ర కణాలతో కలిస్తే ఆడ ఈగలు పుడతాయి. వాటిలో సగం ఆడ ఈగలు RR జాతివి, మిగతా సగం RW జాతివి అవుతాయి. ఇలాగైనా అన్నీ ఎర్ర కళ్ళ ఆడ ఈగలే అవుతాయి.

అలా కాకుండా అండ కణాలు X–క్రోమోజోములేని శుక్ర కణాలతో కలవొచ్చు. అప్పుడు పుట్టేవన్నీ మగ ఈగలే అవుతాయి. వాటిలో సగం RO రకానివి అవుతాయి. వీటికి ఎర్ర కళ్ళు ఉంటాయి. మిగతా సగం WO రకానివి అవుతాయి. వీటికి తెల్ల కళ్ళు ఉంటాయి. అంటే మొత్తం సంతతిలో పావు వంతు (మొత్తంలో సగం మగ ఈగలు, మగ ఈగల్లో సగం తెల్ల కంటి మగ ఈగలు) ఈగలకి తెల్ల కళ్ళు వస్తాయన్నమాట. తెల్ల కంటి ఈగలన్నీ



ఎర్ర కళ్ళ ఆడ, తెల్ల కళ్ళ మగ మధ్య సంకరం

మగ ఈగలే. మార్గన్ గమనించింది సరిగ్గా ఇదే!



మొదటి తరం ఈగల మధ్య సంకరం

కాబట్టి కంటి రంగుని లింగానుసంధిత (sex-linked) లక్షణంగా అభివర్ణించాడు మార్గన్. మనుషుల్లో కూడా ఈ లింగానుసంధానం చాలా ముఖ్యం. ఉదాహరణకి వర్ణ అంధత్వం (color blindness – రంగులని చూడలేని వ్యాధి) మనుషుల్లో లింగ సంబంధితమైనదే. ఈ వ్యాధి ఇంచుమించు ఎప్పుడూ మగవారికే వస్తుంది, ఆడవారికి రాదు. స్త్రీలలో ఆ రోగానికి సంబంధించిన జన్యువు ఉన్నా రోగం వ్యక్తం కాకపోవచ్చు. ఆ జన్యువు తమ మగ సంతతికి సంక్రమిస్తుంది (ఆడ సంతతికి సంక్రమించదు).

ఇతర రకాల అనుసంధానాలు కూడా ఉన్నాయి. తల్లిదండ్రుల నుండి పిల్లలకి క్రోమోజోములు సంక్రమించినప్పుడు, తద్వారా అనేకానేక జన్యువులు సంక్రమిస్తాయి. ఆ జన్యువులు శాసించే భౌతిక లక్షణాలన్నీ కూడా అలాగే

సంక్రమిస్తాయి.

ఉదాహరణకి, ఈగ రెక్కలకి సంబంధించిన ఒక లక్షణం, ఈగ కాళ్ళకి సంబంధించిన ఒక లక్షణం ఒకే క్రోమోజోము మీద ఉన్నట్లయితే తదుపరి సంతతికి ఆ రెండు లక్షణాలు ఎప్పుడూ జోడుగా సంక్రమిస్తాయి. అంటే ఉంటే ఆ రెండు లక్షణాలు ఉండాలి, లేదంటే రెండూ ఉండకూడదు.

ఈగల్లో సరిగ్గా అలాగే జరుగుతుందని నిరూపించగలిగాడు మార్గన్. 1910 కల్లా సటన్ చేసిన సూచనని నిరూపించటానికి తగిన సాక్ష్యాధారాలు దొరికాయి. మెండెల్ ఊహించిన అంశాలు ఈ క్రోమోజోములేనని తేలింది (ఈ కృషికి ఫలితంగా మార్గన్‌కి 1933లో నోబెల్ పురస్కారం దక్కింది).

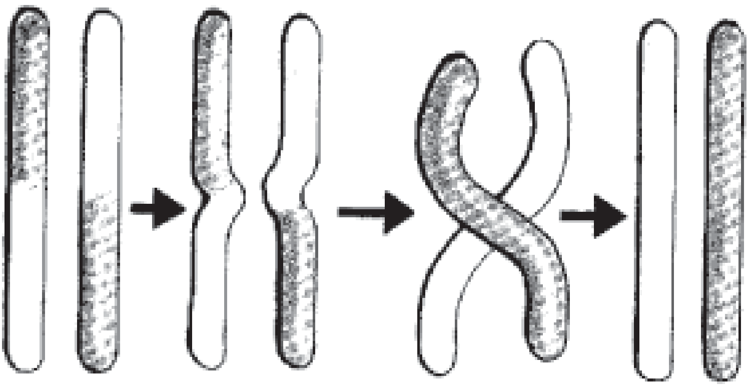
అలాగని జన్యువుల అనుసంధానం పొల్లుపోకుండా, నిర్దోషంగా జరుగుతుందని కాదు. ఉదాహరణకి ఈగల్లో A అనే లక్షణం, B అనే లక్షణం పదే పదే తరతరాలుగా జోడుగా సంక్రమించాయని అనుకుందాం. అకస్మాత్తుగా ఎక్కడో ఏదో తేడా వస్తుంది. A లక్షణం ఉన్నా, B లక్షణం లేని ఈగలు గాని, B లక్షణం కలిగి A లక్షణం లేని ఈగలు గాని తారసపడతాయి. అలా విచ్ఛిన్నమైన అనుసంధానం గల ఈగలలో వాటిలో వాటికి సంపర్కం కలుగచేస్తే వాటి సంతతిలో కూడా ఆ విచ్ఛిన్నమైన అనుసంధానం అలాగే కొనసాగుతుంది.

పొరబాటు ఎక్కడ జరుగుతోందో మార్గన్‌కి అర్థమయ్యింది. కణ విభజన జరిగే సమయంలో క్రోమోజోములు కవాతు చేసే సిపాయిల లాగా కచ్చితంగా బారులు తీరి ఉండవు. అన్నీ సేమ్యా దారాల కుప్పలాగా ఉంటాయి. ఒకే జతకి చెందిన క్రోమోజోములు ఒకదాంతో ఒకటి పెనవేసుకుని ఉంటాయి. కొన్నిసార్లు ఈ రెండూ తమలోని కొంత భాగాన్ని రెండవదాని భాగంతో మార్చుకుంటాయి. ఈ ప్రక్రియనే crossing-over అంటారు.

B లక్షణాన్ని శాసించే జన్యువు జతలో మరో క్రోమోజోము మీదకి చేరవచ్చు. అవతలి క్రోమోజోము మీద తత్తుల్యమైన భాగం వచ్చి మొదటి

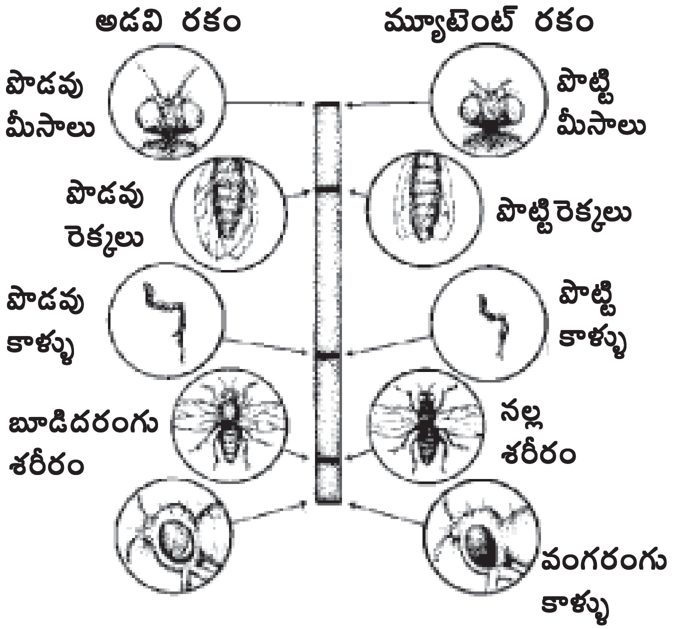
క్రోమోజోము మీదకి చేరవచ్చు. ఈ భాగం మీద మరేవో లక్షణాలని శాసించే జన్యువులు ఉండొచ్చు. ఆ కారణం వల్ల అండకణంలో గాని, శుక్రకణంలో గాని A లక్షణానికి సంబంధించిన జన్యువు ఉన్నా, B లక్షణం మరేదో కొత్త రూపంలో సంక్రమించవచ్చు.

1911లో మార్గన్ ఈ crossing-over విధానం గురించి తన ఇరవై ఒక్క ఏళ్ళ శిష్యుడు ఆల్ఫ్రెడ్ హెన్రీ స్టూర్టెవంట్ (1891–1970)తో ప్రస్తావించాడు. స్టూర్టెవంట్‌కి ఒక చక్కని ఆలోచన వచ్చింది. క్రోమోజోము మీద రెండు జన్యువులు బాగా దూరంగా ఉంటే crossing-over ఇంచుమించు ఎలా జరిగినా రెండు జన్యువులూ వేరుపడి పోతాయి. రెండూ విడిపోయి వేరువేరు క్రోమోజోముల మీదకి చేరతాయి. అలా కాకుండా క్రోమోజోము మీద రెండు జన్యువులు దగ్గర దగ్గరగా ఉన్నాయని అనుకుందాం. crossing-over వల్ల ఆ రెండిటి మధ్య చీలిక వచ్చే ఆస్కారం చాలా తక్కువ.



క్రోమోజోముల క్రాసింగ్ ఓవర్

కాబట్టి వివిధ లక్షణాల మధ్య అనుసంధానం ఎలా విచ్ఛిన్నం అవుతుందో అధ్యయనం చేస్తే, ఆ లక్షణాలకి సంబంధించిన జన్యువులు క్రోమోజోముల మీద ఎంత దూరంలో ఉన్నాయో అంచనా వేయటానికి వీలవుతుంది.



నుసి పురుగులో ఒక క్రోమోజోముపై కొన్ని జన్యువుల స్థానాన్ని చూపించే జన్యుపటం (సరళీకరించబడినది)

ఇలాంటి పరిశీలనల నుండి ఎంతో సమాచారాన్ని రాబట్టవచ్చు. ఉదాహరణకి రెండు జన్యువులు ఒకే క్రోమోజోము రెండు అంచుల వద్ద ఉండొచ్చు. ఈ మూడో జన్యువు మొదటి జన్యువు కన్నా రెండవ జన్యువుకి మరింత సన్నిహితంగా ఉండొచ్చు. మరో నాలుగో జన్యువు మొదటి జన్యువుకి దగ్గరగా ఉండొచ్చు. ఆ విధంగా క్రోమోజోముల మీద జన్యువుల సాపేక్ష స్థానాల గురించి ఈ అనుసంధానాల విశ్లేషణ వల్ల నేర్చుకోవచ్చు.

అనతికాలంలోనే క్రోమోజోము మీద ఒక జన్యువు కచ్చితంగా ఎక్కడ ఉందో, ఏ లక్షణాన్ని అది శాసిస్తుందో మొదలైన సమాచారం అంతా ఉన్న క్రోమోజోము పటం రూపొందుతుంది. 1913లో, కేవలం ఇరవై రెండేళ్ళ వయసులో స్టూర్టెవంట్ దీనిని వర్ణిస్తూ ఒక పరిశోధనా పత్రం రాశాడు. ఆ తరువాత కూడా ఎన్నో ఏళ్ళ పాటు ఇంకా ఇంకా కచ్చితమైన, సవివరమైన

క్రోమోజోము పటాలని ప్రచురిస్తూ పోయాడు.

1951కల్లా నుసిపురుగులోని నాలుగు క్రోమోజోములకి సంబంధించిన సవివరమైన పటాన్ని తయారుచేశాడు.

5. ముల్లర్ - ఎక్స్-కిరణాలు

అసలు ఎర్ర కంటి జన్యువు, తెల్ల కంటి జన్యువు అని రెండు జన్యువులు ఎందుకు ఉండాలి? పైగా అవి రెండు క్రోమోజోముల మీద సమాన స్థానంలో ఎందుకు ఉండాలి? ఆ విధమైన ఏర్పాటు వల్ల ఒక క్రోమోజోము మీద ఒక జన్యువు, దాని జంట క్రోమోజోము మీద మరో జన్యువు చేరతాయనా? నిజానికి ఎర్ర కంటి జన్యువే సర్వసామాన్యమైన లక్షణం. మొదట్లో అది ఒక్కటే ఉండేదేమో? కణ విభజన జరిగిన ప్రతిసారీ మరో ఎర్ర కంటి జన్యువు తయారయ్యేది. మరి అలాంటప్పుడు కొత్తగా ఈ తెల్లకంటి జన్యువులు ఎక్కడినుంచి వచ్చాయి?

జన్యువులలో ఉత్పరివర్తనలు (mutations) జరుగుతాయని డీ వ్రీస్ ఏనాడో నిరూపించాడు.

అయితే డీ వ్రీస్ కేవలం మొక్కలతో మాత్రమే పనిచేశాడు. జంతువులలో కూడా ఉత్పరివర్తనలు జరుగుతాయో లేదో ఎవరికీ తెలియదు. పెంపుడు జంతువులలో ఉత్పరివర్తనలు వచ్చినట్లు ఎన్నో వృత్తాంతాలు చలామణిలో ఉన్నాయి. అయితే రైతులు, గొల్లలు చెప్పే కథనాలు శాస్త్రవేత్తల దృష్టిలో శాస్త్ర వాక్యం కాదు. ఆ ఉత్పరివర్తనలు అంటూ ఉంటే వాటిని కృత్రిమంగా ప్రయోగశాలలో సాధించగలగాలి. అప్పుడే శాస్త్రవేత్తలకి వాటి మీద నమ్మకం కలుగుతుంది.

ఈగలతో చేసే ప్రయోగాలలో అప్పుడప్పుడు ఉత్పరివర్తనలు జరగడం గమనించాడు మార్గన్. ఉదాహరణకి శుద్ధ అనువంశికతని ప్రదర్శించే ఎర్ర కంటి ఈగలతో ప్రారంభిస్తాడు. అంటే వాటి సంతతి మొత్తం ఎర్ర కళ్ళవే అవుతాయి. ఇంకా వాటి సంతతి కూడా ఎర్ర కళ్ళవే అవుతాయి. తెల్ల కళ్ళ జాడ కూడా ఎక్కడా కనిపించదు.

ఇదిలా కొనసాగుతుండగా హఠాత్తుగా ఒక తెల్ల కంటి ఈగ ప్రత్యక్షం

అవుతుంది. ఎక్కడినుంచి వచ్చిందిది?

మార్గన్ వద్ద హర్మన్ జోసెఫ్ ముల్లర్ (1890– 1967) అని మరో శిష్యుడు కూడా ఉండేవాడు. ఈ ఉత్పరివర్తనల మీదకి ఇతడికి ఎందుకో మనసు పోయింది. అతడి ఆలోచన ఇలా సాగింది. జన్యువులలో అత్యంత సంక్లిష్టమైన అణువిన్యాసం ఉంటుంది. కణవిభజన జరుగుతున్నప్పుడు ప్రతి క్రోమోజోము మీద ఉన్న ప్రతి జన్యువుకి కచ్చితమైన ప్రతి తయారు కావాలి. ఆ ప్రతిలో ప్రతి పరమాణువు మూలంలో ఉన్నట్లే నిర్దిష్ట స్థానాలలో ఉండాలి.

చాలా సార్లు అలాగే కచ్చితంగా జరుగుతుంది. కాని అప్పుడప్పుడు మాత్రం ఆ అనురచనలో పొరబాట్లు దొర్లవచ్చు. కొన్ని పరమాణువులు స్థానభ్రంశం చెందవచ్చు. అందువల్ల ఆ జన్యువు ఎప్పట్లా పని చెయ్యక పోవచ్చు. మూల జన్యువుకీ ఈ కొత్త జన్యువుకీ మధ్య వ్యత్యాసం ఉంటుంది. దానికి సంబంధించిన భౌతిక లక్షణం (కంటి రంగు, రెక్క రూపం మొదలైనవి) కూడా మారిపోవచ్చు.

పరమాణువుల స్థిరత్వాన్ని భంగపరిచేది, వాటిని స్థానభ్రంశం చేసేది ఏదైనా సరే ఉత్పరివర్తనలు జరిగే అవకాశాన్ని పెంచుతుంది.

ఉదాహరణకి పరమాణువులు నిరంతరం కంపిస్తూ ఉంటాయి. వాటిలో ఉన్న శక్తికి ఇది పర్యవసానం. ఉష్ణోగ్రత పెరుగుతున్నకొద్దీ పరమాణువులలో శక్తి పెరుగుతుంది. పరమాణువులన్నీ చాలా వేగంగా కంపిస్తుంటే సంక్లిష్టమైన పరమాణు విన్యాసం ఉన్న జన్యువుకి కచ్చితమైన ప్రతిని తయారుచెయ్యటం కష్టం అవుతుంది.

ఈ తర్కం సరైనదే అయితే ఈగలని కాస్త హెచ్చు ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఉంచినప్పుడు ఉత్పరివర్తనలు పెరగాలి.

1919లో ముల్లర్ సరిగ్గా ఆ విషయాన్నే పరీక్షించి చూశాడు. ఉష్ణోగ్రత పెరుగుతుంటే ఉత్పరివర్తనల సంఖ్య నిజంగానే పెరిగింది.

సంఖ్య పెరిగింది అన్నమాటే గాని గణనీయంగా ఏమీ పెరగలేదు. ఉష్ణోగ్రత మరీ ఎక్కువ చేస్తే మొదటికే మోసం వస్తుంది. ఈగలు చచ్చిపోతాయి. ఉష్ణోగ్రత కాకుండా పరమాణువులలో సంచలనాన్ని కలిగించి, జన్యువుకి అనురచన (duplication)లో దోషాలు దొర్లేలా చేసే శక్తి ఏమిటి?

అప్పటికి పావు శతాబ్ద కాలం క్రితమే X–కిరణాలను కనుగొన్నారు. ఇవి అత్యధిక శక్తి గల కిరణాలు. ఉష్ణోగ్రతని పెంచినప్పుడు దాని వల్ల అన్ని పరమాణువులు ప్రభావితం అవుతాయి. అట్లా కాకుండా X–కిరణాలని ప్రసరిస్తే ఆ ధాటికి ఆ కిరణాలు పడ్డ పరమాణు సముదాయాలన్నీ చిన్నాభిన్నం అయిపోతాయి. X–కిరణాలని జన్యువు మీదకి ప్రసరిస్తే ఆ జన్యువు విచ్ఛిన్నమైపోతుంది కాని తక్కిన ఈగ శరీరం మాత్రం సురక్షితంగా ఉంటుంది. అంటే ఈగ శరీరం మొత్తం మీద ప్రభావం చూపకుండా క్రోమోజోముల మీద మాత్రమే ప్రభావం చూపటానికి వీలవుతుంది అన్నమాట.

1926లో ముల్లర్‌కి లాటరీ తగిలినట్టే అయ్యింది. X–కిరణాలు అనుకున్నట్లే పనిచేశాయి. ఉత్పరివర్తనల సంఖ్య పెరిగింది.

ఇది చాలా ముఖ్యమైన ఆవిష్కరణ. దీని వల్ల నానా రకాల ఉత్పరివర్తనలు జీవశాస్త్రవేత్తల అందుబాటులోకి వచ్చాయి. అనువంశికతలోని విభేదాలని విశ్లేషించటానికి, క్రోమోజోముల పటం తయారు చెయ్యటానికి, ఇంకా ఎన్నో ప్రయోజనాలకి ఈ ప్రయోగాత్మక ఉత్పరివర్తనలు ఎంతో ఉపయోగపడ్డాయి (ఈ కృషికి 1946లో ముల్లర్‌కి నోబెల్ బహుమతి లభించింది).

X–కిరణాల వల్ల ఆరోగ్యానికి ఎంత హాని కలుగుతుందో కూడా ఈ ప్రయోగాల వల్ల అర్థమయ్యింది. దీని వల్ల క్రోమోజోముల క్రియలలో భంగం వాటిల్లుతుంది. అప్పటినుంచి అనవసరంగా X–కిరణాలని వాడొద్దని హెచ్చరిస్తూ మనుషులలో చైతన్యం తీసుకురావటానికి కృషి చేశాడు ముల్లర్.

సహజ పరిస్థితులలో ఉత్పరివర్తనలు ఎలా జరుగుతాయో కూడా ఈ

ప్రయోగాల వల్ల అర్థమయ్యింది.

జీవరాశులని నిరంతరం నానా రకాల శక్తి తరంగాలు ఢీకొంటూ ఉంటాయి. కాస్మిక్ కిరణాల వంటి అత్యంత శక్తివంతమైన కిరణాలు నిరంతరం భూమిని ఢీకొంటూ ఉంటాయి. అలాగే మన చుట్టూ స్వల్ప మోతాదుల్లో ఉండే రేడియోధార్మిక పరమాణువుల నుండి కూడా అధిక శక్తి గల రేణువులు, కిరణాలు వెలువడుతూ ఉంటాయి. ఇవి కాక సూర్యరశ్మి ఉంది. మన చుట్టూ కనిపించే రసాయనాలు ఉన్నాయి. ఈ కారణాలన్నీ కూడా జన్యువుల అనురచన (duplication) ప్రక్రియకి అడ్డుపడతాయి. జన్యువులలో మార్పులు తెచ్చి వైవిధ్యాన్ని కలుగచేస్తాయి.

అంటే మనుషులలో (ఇతర జీవరాశులలో కూడా) జన్యువులకి ఎన్నో రూపాంతరాలు ఉంటాయన్నమాట. ప్రతి జన్యువుకీ అనేక రూపాంతరాలు ఉండటం వల్ల సమస్య మరింత జటిలం అవుతుంది. ఒక్కొక్క జన్యువుకి ఒకే రూపాంతరం ఉంటే వ్యవహారం చాలా తేలికగా తేలిపోయేది. ఉదాహరణకి ముక్కుల రూపురేఖలలో ఎంత వైవిధ్యం ఉండగలదో ఊహించుకోండి. అలాగే చేతుల్లో, చెవులలో, ఎత్తులో, మేని రంగులో, దంతాలలో, గొంతుకలో ఎంతెంత వైవిధ్యం ఉండగలదో ఆలోచించండి. అంతటి వైవిధ్యం ఉండబట్టే మనం రోజూ చూసే వ్యక్తులని వారి రూపురేఖల బట్టి, స్వరం బట్టి, నడక తీరు బట్టి, ఇంకా అనేక లక్షణాల ఆధారంగా గుర్తుపట్టగలుగుతున్నాం.

కాబట్టి ఉత్పరివర్తనలు అనేవే లేకపోతే, ఒక లక్షణానికి సంబంధించిన జన్యువులు అన్నీ ఒక్కలాగే ఉంటే ఒక జీవ జాతికి చెందిన జీవులంతా ఒక్కలాగే ఉండేవారు.

ప్రతి ప్రాణిలోను కొన్ని వందల, వేల జన్యువులు ఉంటాయి. ప్రాణి నుండి ప్రాణికి ఈ జన్యువులు మారుతూ ఉంటాయి. ఒకే రకం జంతువులనే తీసుకున్నా వాటిలో కూడా ఎంతో వైవిధ్యం ఉంటుంది. కొన్ని వేగంగా

పరుగెత్త గల్గుతాయి, కొన్ని తెలివిగా ఉంటాయి, కొన్ని ఒడుపుగా దాక్కుంటాయి. ఇక కొన్ని జీవాలు కొన్ని ప్రత్యేక ఆహారాల మీద నిక్షేపంగా బతకగలవు. ఈ విలక్షణతకి మూలం జన్యువుల మిశ్రమంలో వైవిధ్యమే.

అంటే కొన్ని ప్రత్యేక జంతువులు అదే జాతికి చెందిన ఇతర జంతువుల కన్నా మరింత సమర్థవంతంగా బతకగలవన్నమాట. కొన్ని జన్యువులు, లేదా జన్యు మిశ్రమాలు, దీర్ఘకాలికమైన సామర్థ్యాన్ని ఇస్తాయి. కొన్ని మిశ్రమాలు నిష్ప్రయోజకమైనవి. అవి ఉన్న జంతువులు ఎక్కువ కాలం మనలేవు.

ప్రాణికి మేలైన సామర్థ్యాన్ని ఇచ్చే జన్యు మిశ్రమాలు ఆ జంతువుకి దీర్ఘాయువుని ఇస్తాయి. వాటి సంతతి ఆ జన్యువులనే పుణికి పుచ్చుకుంటుంది. ఆ విధంగా నాణ్యమైన జన్యు మిశ్రమాల సంఖ్య పెరుగుతుంది. ఆ మిశ్రమాలు ఉన్న జంతువులు చక్కగా వర్ధిల్లుతాయి.

ఈ విధంగా పనికొచ్చే జన్యువుల సంఖ్య పెరగడం, పనికిమాలిన జన్యువుల సంఖ్య తరగడాన్నే ప్రాకృతిక ఎంపిక (natural selection) అంటారు. కూడు, తోడు, నీడల కోసం జీవరాశుల మధ్య ఉండే సహజమైన పోటీ ఆధారంగా ప్రకృతి శక్తులు నాణ్యమైన జన్యు మిశ్రమాలని ఎంపిక చేసి, వాటి సంఖ్య వర్ధిల్లేట్లు చేస్తాయి.

ఉత్పరివర్తనలలో చాలా మటుకు హీనమైన జన్యు మిశ్రమాలకే దారితీస్తాయి. అయినా ఫరవాలేదు. సత్ప్రయోజనాలు గల ఉత్పరివర్తనలు అరుదుగా జరిగినా అవంటే ప్రకృతికి పక్షపాతం. ప్రకృతి వాటినే పెంచి పోషిస్తుంది.

ప్రతి మొక్క, జంతువు ఈ సహజ ఎంపికని, ఉత్పరివర్తనలని తప్పనిసరిగా అనుభవిస్తుంది. ఆ ఎంపికలో గెలిచిన ప్రాణులు వాటి పరిసరాలకి అనుగుణంగా క్రమంగా పరిణామం చెందుతాయి. కోట్ల సంవత్సరాలుగా చిన్న చిన్న మార్పులు పోగై, ఒకే జంతువు కాస్త భిన్నమైన

(మరింత సమర్థమైన) జంతువుగా, లేదా రెండు మూడు రకాల జంతువులుగానో పరిణామం చెందడం కనిపిస్తూ ఉంటుంది.

ఇది చాలా నెమ్మదిగా జరిగే పరిణామం. ఇలాంటి పరిణామం వల్లనే

పొట్టి ముక్కు ఫించ్ వంటి పిట్టల నుంచి పరిణామం చెందిన తేనె తాగే పిట్టలు

సర్పిలాలు నెమ్మదిగా, దశల వారీగా, పక్షులుగా, స్తన్యజీవులుగా పరిణామం చెందాయి. నేడు మనకి చెట్ల మీద కనిపించే, పురుగులు తినే ష్రూ వంటి సామాన్య స్తన్యజీవుల నుంచి లేముర్‌లు, కోతులు, వానరాలు మొదలైన జంతువులు ఉద్భవించాయి.

కొన్ని కోట్ల సంవత్సరాల క్రితం ఒక ఆదిమమైన వానరజాతి, ప్రాకృతిక ఎంపిక, ఉత్పరివర్తనలు అనే ద్వంద్వ ప్రభావం వల్ల, శాఖోపశాఖలుగా విస్తరించింది. కాలక్రమేణా ఆ శాఖలో ఒక దాని నుండి ఆధునిక మానవుడు ఆవిర్భవించాడు.

టీచరు ఉద్యోగానికి ప్రవేశ పరీక్ష పాసు కాకపోవటం వల్ల ఒక సాధువు బఠాణీ మొక్కలు పెంచి వాటిని అధ్యయనం చెయ్యాలన్న నిర్ణయం తీసుకోవటం వల్ల, జీవ పరిణామం గురించి మనకి ఈనాడు ఇన్ని విషయాలు తెలిశాయి.

రక్తం

ఐజాక్ అసిమోవ్

అనువాదం : డా॥ వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి

జన విజ్ఞాన వేదిక

మంచి పుస్తకం

ఎలా తెలుసుకున్నాం? - 24

రక్తం

ఐజాక్ అసిమోవ్

అనువాదం : డా|| వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి

జన విజ్ఞాన వేదిక

మంచి పుస్తకం

How We Found Out About Blood? by Isaac Asimov

ఎలా తెలుసుకున్నాం? – *24*

రక్తం

రచయిత : ఐజాక్ అసిమోవ్

అనువాదం : డా|| వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి

ప్రచురణ : ఆగస్టు, 2009

ప్రతుల సంఖ్య : 2000

వెల : రూ. 18/-

ISBN : 978-93-80153-08-7

ప్రచురణ, ప్రతులకు :

జన విజ్ఞాన వేదిక

జి. మాల్యాద్రి, కన్వీనర్, ప్రచురణల విభాగం

162, విజయలక్ష్మీనగర్

నెల్లూరు – 524 004

ఫోన్ : 94405 03061

మంచి పుస్తకం

12-13-450, వీధి నెం.1

తార్నాక, సికింద్రాబాదు 500 017

ఫోన్ : 94907 46614.

email : info@manchipustakam.in

website : www.manchipustakam.in

కంపోజింగ్, లే అవుట్ : పద్మ

ముఖచిత్ర డిజైన్ : అంకుష్ గ్రాఫిక్స్ & డిజైనర్స్

ముద్రణ : డెక్కన్ ప్రెస్,

1-9-1126/బి,

అజామాబాద్, హైదరాబాదు,

ఫోన్: 27678411.

విషయ సూచిక

1.	గుండె	. . . .	05
2.	రక్తప్రసరణ	. . . .	14
3.	ఎర్ర కణాలు	. . . .	24
4.	తెల్ల కణాలు	. . . .	33
5.	ప్లాస్మా	. . . .	42

1. గుండె

మన ఒంటికి ఎక్కడయినా గాయం అయితే రక్తం కారుతుంది. జంతువులకి కూడా దెబ్బ తగిలితే రక్తం కారుతుంది. కాబట్టి ఒంట్లో రక్తం ఉందనడానికి ఇది నిదర్శనం.

శరీరంలో రక్తం ఎంతో అవసరం అని తేలికగా తెలుసుకోవచ్చు. ఎందుకంటే రక్తం ఎక్కువగా పోతే నీరసం వస్తుంది. తిరిగి ఆరోగ్యం పుంజుకోవడానికి చాలా కాలం పడుతుంది. రక్తం మరీ ఎక్కువగా పోతే ప్రాణమే పోవచ్చు.

ఇలాంటి పరిణామాలు చూసి వెనకటికి జనం రక్తమే ప్రాణం అనుకున్నారు. శరీరంలో సజీవంగా ఉండే పదార్థం రక్తమే అనుకున్నారు.

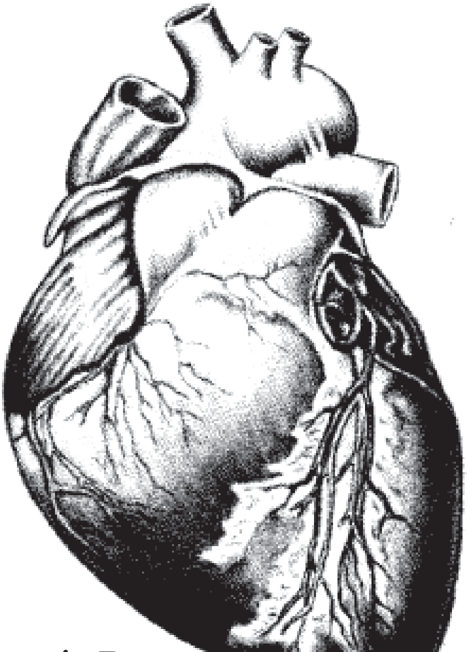
ఉదాహరణకి బైబిల్‌లో ఇజ్రాయెల్ జాతికి రక్తంతో కూడుకున్న మాంసాహారాన్ని తినొద్దన్న ఆదేశం ఉంది. అలాగే డ్యూటిరోనమీలో (హీబ్రూ బైబిల్, పాత నిబంధనలలో ఇది అయిదవ పుస్తకం. వాగ్దత్త భూమిలో ఇజ్రాయిల్ వాసులు ఎలా మసులుకోవాలో మోసెస్ ఇందులో చెబుతాడు) (12వ అధ్యాయం, 23వ శ్లోకం) 'రక్తాన్ని సేవించబోకు, ఎందుకంటే రక్తమే జీవం' అని ఉంది.

కాని ఆ వాక్యం పూర్తిగా నిజం కాదు. ఎందుకంటే ఒక్క చుక్క రక్తం కూడా పోకుండా మనుషులు, జంతువులు ప్రాణం పోగొట్టుకునే సందర్భాలు ఉంటాయి. అలాగని జీవితానికి రక్తం ముఖ్యం కాదని కాదు. ఒక్క రక్తం మాత్రమే ముఖ్యం కాదని అంటున్నాం. అంతే.

రమారమి క్రీ.పూ. 400 కాలంలో ప్రాచీన గ్రీకు వైద్యుడు హిపోక్రటిస్, అతడి అనుచరులు శరీరంలో నాలుగు ముఖ్యమైన ద్రవ్యాలు ఉన్నాయని బోధించేవారు. వాటిలో రక్తం కూడా ఉంది. ఆ నాలుగు ద్రవ్యాల మధ్య సమతూనికకి ఫలితమే ఆరోగ్యం.

అయితే ఆరోగ్యం అనేది అంత తేలికైన వ్యవహారం కాదని ప్రస్తుతం మనకి తెలుసు. కాని రక్తం ప్రాముఖ్యతని మాత్రం మనం ఎప్పుడూ మరచిపోకూడదు.

శరీరంలో రక్తం స్తబ్దుగా, నిశ్చలంగా ఉండదు. కొన్ని సార్లు పెద్ద గాయం అయినప్పుడు రక్తం చివ్వు చివ్వున తన్నుకు రావడం చూస్తుంటాం. అంతేకాక ఉబికే రక్తపు లయ గుండె స్పందనతో సరిపోవడం కూడా గమనించవచ్చు. అది చూసి గుండె తనలో ఉన్న రక్తాన్ని పిండి పదే పదే బయటికితోస్తూ ఉంటుందేమోనని ప్రాచీనులు ఊహించుకున్నారు.



గుండె

అందరిలోను గుండె నిరంతరం కొట్టుకుంటూ ఉంటుంది. ఛాతీ మీద చెయ్యి పెట్టి వింటే గుండె చప్పుడు తెలుసుకోవచ్చు. గుండె చాలా లయబద్ధంగా, క్రమబద్ధంగా నిముషానికి సుమారు 70 సార్లు కొట్టుకుంటుంది. పెద్దలలో కన్నా పిల్లల్లో గుండె కాస్త ఎక్కువ వేగంగా కొట్టుకుంటుంది. మనిషి జీవించినంత కాలమూ గుండె కొట్టుకుంటుంది. గుండె పని చెయ్యడం ఆగిపోతే మన పని అయినట్టే!

అంటే సజీవంగా ఉండటానికి కేవలం రక్తం ఉంటే సరిపోదని, ఆ రక్తం కదులుతూ ఉండాలని అర్థమవుతోంది. కాబట్టి రక్తాన్ని కదిలించే గుండె అత్యంత అవసరమని తెలుస్తోంది.

నిజానికి శరీరంలో గుండె సజీవమైన, సచేతనమైన అవయవం అని ప్రాచీనులు అనుకునేవారు. భయం వేసినప్పుడు, ఉద్వేగం కలిగినప్పుడు గుండె మరింత బలంగా, వేగంగా కొట్టుకుంటుందని మనకి తెలుసు. అంటే మన భావావేశాలకి హృదయ కంపనకి మధ్య సంబంధం ఉన్నట్లేగా! అలాగే పరుగెడుతున్నప్పుడు, పరిశ్రమిస్తున్నప్పుడు గుండె చురుగ్గా పని చేస్తుంది. నిద్రిస్తున్నప్పుడు నెమ్మదిస్తుంది. మన పని ఎక్కువ అయితే గుండె పని కూడా ఎక్కువ అవుతోంది, మన పని తక్కువయితే గుండె పని కూడా తక్కువవుతోంది.

ఇవన్నీ చూసిన గ్రీకు తాత్వికుడు అరిస్టాటిల్‌కి (క్రీ.పూ. 384-322) గుండె తెగ నచ్చేసింది. మనిషిలో ఆలోచనలు గుండెలోంచే పుడతాయని ఈ పెద్దమనిషి ఊహించుకున్నాడు. అక్కడే పప్పులో కాలేశాడని మనందరికీ తెలుసు. అలాగని గుండె ముఖ్యమైన అంగం కాదని మాత్రం అనం.

అసలు శరీరంలో ఎక్కడైనా ఏం జరుగుతోందో ఎలా తెలుసుకోవడం? సజీవమైన దేహాన్ని కోసి లోపలికి తొంగి చూడడం అయ్యేపని కాదు. కాని మృత కళేబరాన్ని కోసి లోపలి అంశాలని పరిశీలించవచ్చు. కాని ప్రాచీన కాలంలో అలాంటి "పరిచ్ఛేదం" (దాని లోపలి భాగాలను పరిశీలించడానికి శరీరాన్ని కోయడం - dissection) కూడా ఘోరమైన పాపం అని అంతా అనుకునేవాళ్ళు.

కాని మనుషులకి ఆహారం కోసం గాని, దేవతలకి ఆహుతిగా గాని జంతువుల్ని మాత్రం నిస్సంకోచంగా కోసేవారు.

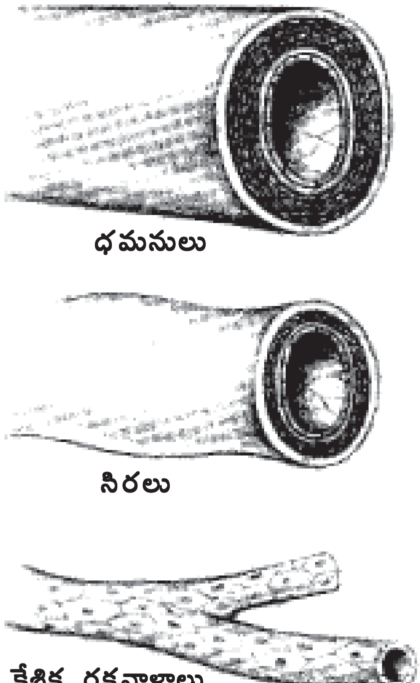
జంతువులని కసాయి వాళ్ళు రోజూ కోస్తుంటారు కాని జంతు అవయవాల అంతరంగ నిర్మాణం మీద వారికి పెద్దగా ధ్యాస ఉండదు. ఆహారానికో, అమ్మకానికో ఆ అవయవాలని సిద్ధం చెయ్యడం మీదే వారి ధ్యాస. జంతువులని దేవతలకి బలి చేసే అర్చకులకి కొన్నిసార్లు వాటి అంగాల మీదకి ధ్యాస పోతుంది. అంగాల ఆకృతిని బట్టి భవిష్యత్తు చెప్పొచ్చని

వారి నమ్మకం. (మళ్ళీ పప్పులో కాలు వేశారని వేరే చెప్పనక్కర్లేదు!) అయితే ఈ జోస్యం చెప్పే కార్యక్రమం ఎక్కువసేపు నడిచేది కాదు. కాబట్టి జంతు నిర్మాణాన్ని శ్రద్ధగా చదవడానికి సమయం ఉండేది కాదు. పోనీ అలాగే చేసినా కూడా మనిషి అంగాలకి, జంతువుల అంగాలకి మధ్య చాలా తేడా ఉంది.

అరిస్టాటిల్ కాలం వరకు మానవ శరీరాన్ని శాస్త్రవేత్తలు పెద్దగా అధ్యయనం చెయ్యలేదు.

ఈజిప్ట్‌లోని అలెగ్జాండ్రియాలో ఒక పెద్ద విజ్ఞాన కేంద్రాన్ని స్థాపించారు. దాన్ని మ్యూజియం అనే వాళ్ళు. అందులో క్రీ.పూ. 300-250 నడిమి ప్రాంతాల్లో మృతకళేబరాల పరిచ్ఛేదాలు జరిగేవి. మానవ శరీర నిర్మాణ అధ్యయనం మొదలయ్యింది. దీనికే అనాటమీ (జీవనిర్మాణ శాస్త్రం) అని పేరు పెట్టారు. అనాటమీ అంటే గ్రీకు భాషలో 'ముక్కలు కోయడం' అని అర్థం.

రక్త నాళాలు

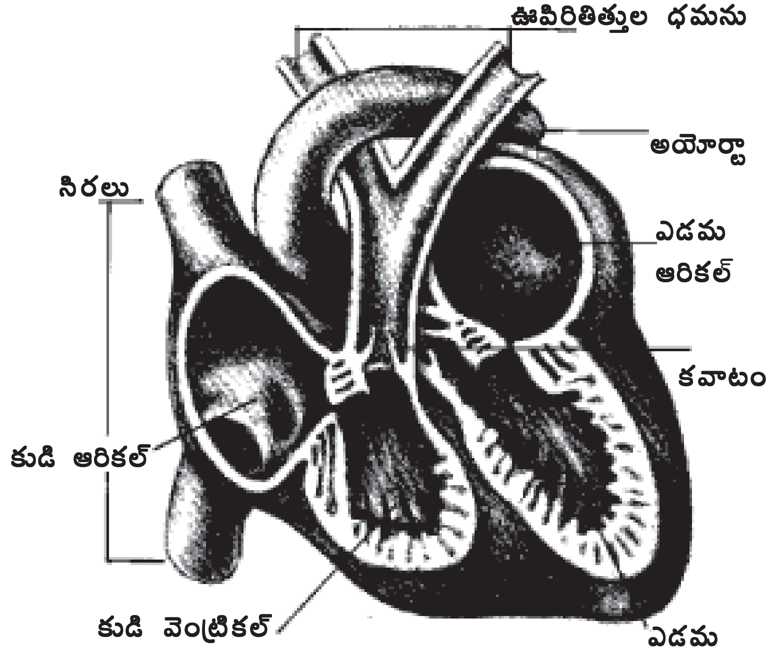


రమారమి క్రీ.పూ. 300 కాలంలో గ్రీకు వైద్యుడు ప్రాక్సాగొరాస్ గుండెకి కొన్ని గొట్టాలు తగిలించి ఉన్నాయన్న విషయం గమనించాడు. ఈ గొట్టాలలో కొన్ని రక్తంతో నిండి ఉన్నాయి. వీటికి వెయిన్స్ (సిరలు) అని పేరు పెట్టాడు.

గుండెకి మరో రకం గొట్టం కూడా తగిలించి ఉంది. కాని అది ఖాళీగా ఉంది. అందులో గాలి

మాత్రమే ఉంది. ఈ గొట్టాలు శరీరంలో వివిధ భాగాలకి గాలిని సరఫరా చేస్తాయని అనుకున్నాడు పాపం ప్రాక్సాగొరాస్. వీటికి ఆర్టరీస్ (ధమనులు) అని పేరు పెట్టాడు. గాలి సరఫరా చేసేది అన్న అర్థం గల గ్రీకు పదాల నుండి ఇది వచ్చింది.

ఆ విధంగా విస్తృతంగా పరిచ్ఛేదాలు చేసి శరీరంలో ధమనులు ఎక్కడెక్కడ ఉంటాయో వైద్యులు తెలుసుకున్నారు. ప్రాక్సాగొరాస్ శిష్యుడు హీరోఫైలస్ మరో ముఖ్యమైన సత్యాన్ని కూడా తెలుసుకున్నాడు. చర్మానికి దగ్గరగా ఉన్న ధమనులని తాకితే అక్కడ అడుగున ఏదో కొట్టుకుంటున్నట్లు, అక్కడో బుల్లి గుండె ఉన్నట్లు అనిపిస్తుంది. స్పర్శ చేత తెలిసే ఆ స్పందనకి 'పల్స్' అని పేరు పెట్టాడు. కాబట్టి ధమనులు కూడా సిరలలాగానే రక్తాన్నే ప్రసారం చేస్తాయని అనుకున్నాడు హీరోఫైలస్.



గుండె అడ్డకోత చిత్రం

మరి అది నిజమే కదా. గుండె రక్తాన్ని ధమనుల లోకి తోస్తుంది. గుండె కొట్టుకున్న ప్రతిసారీ దట్టమైన గోడలున్న ధమనిలో నుంచి రక్తం ముందుకి తోయబడుతుంది. అలా బలంగా రక్తం ముందుకి తోసుకు పోతుంటే ధమని గోడలు వ్యాకోచిస్తాయి. రక్తం దాటి పోగానే తిరిగి సంకోచిస్తాయి. ఈ సంకోచ, వ్యాకోచాల వల్లే ధమనిలో స్పందన (పల్స్) పుడుతుంది. సిరల గోడలు మరింత సన్నగా ఉంటాయి. అందులో రక్తం ప్రశాంతంగా, ప్రస్ఫుటమైన స్పందన లేకుండా ప్రవహిస్తుంది.

మనిషి మరణించినప్పుడు, చిట్టచివరిసారి గుండె కొట్టుకున్నప్పుడు కొంత రక్తం ధమనులలోకి పోతుంది. ఆ తరువాత ఇక వాటిలో రక్తం ప్రవహించదు. అందుకే మృత కళేబరాల ధమనులు ఖాళీగా ఉంటాయి. ఈ అధ్యయనాలు ఇంకా అలాగే సాగి ఉంటే వైద్యులు శరీరం గురించి ఇంకా ఎన్నో తెలుసుకుని ఉండేవారు. కాని అలెగ్జాండ్రియాలో జీవనిర్మాణ శాస్త్రం మీద నిషేధం విధించారు. కళేబరాల పరిచ్ఛేదం చట్ట విరుద్ధం అని చాటారు. దాంతో మరో వెయ్యేళ్ళ వరకు ఈ రంగంలో పెద్ద పురోగతి లేదు.

గాలెన్ (క్రీ.శ 130-200)

కాని అంతవరకు జరిగిన కృషి వల్ల ధమనులు, సిరలు అని రెండు రకాల నాళాలు ఉన్నాయని మాత్రం వైద్యులకి తెలిసింది. మరి అలా రెండు రకాలు ఎందుకు ఉన్నాయో?

గ్రీకు వైద్యుడు గాలెన్ (క్రీ.శ. 130–200) ధమనులు గుండె నుండే బయలుదేరుతున్నాయని అనుకున్నాడు. ధమనుల ద్వారా గుండె శరీరం అంతటికీ రక్తాన్ని, ఆ రక్తం ద్వారా పౌష్టిక పదార్థాలని శరీరం మొత్తానికి సరఫరా చేస్తోందని అనుకున్నాడు. కాని సిరలు కాలేయంలో పుడుతున్నాయని భావించాడు. కాలేయంలో రక్తం ఉత్పన్నం అవుతోందని, అలా ఉత్పన్నం అయిన రక్తాన్ని సిరలు గుండెకి చేరవేస్తున్నాయని ఇతడు భావించాడు.

అలెగ్జాండ్రియాలో వైద్యులు గుండెని ఎన్నోసార్లు పరిచ్ఛేదించారు. అందులో ఎడమ వెంట్రికల్, కుడి వెంట్రికల్ అని రెండు విభాగాలు ఉంటాయని అనుకున్నారు. ఈ వెంట్రికల్‌కి, ముఖ్యంగా ఎడమ వెంట్రికల్‌కి దట్టమైన కండరపు గోడ ఉంటుంది. చెరో వెంట్రికల్ మీద ఏట్రియమ్ అనే ఒక మందిరం ఉంటుంది. కుడి పక్కన ఉండేది కుడి ఏట్రియమ్, ఎడమ పక్కన ఉండేది ఎడమ ఏట్రియమ్ అన్నమాట. కుడి ఏట్రియమ్‌ని దాని అడుగున కుడి వెంట్రికల్‌తో కలుపుతూ ఒక మార్గం ఉంటుంది. అలాగే ఎడమ ఏట్రియమ్‌ని కూడా దాని అడుగున ఎడమ వెంట్రికల్‌తో కలుపుతూ మరో మార్గం ఉంటుంది. కాని రెండు ఏట్రియమ్‌లని గాని, రెండు వెంట్రికళ్ళను గాని సూటిగా కలిపే మార్గాలు లేవు.

గుండె రక్తాన్ని పంపు చేసే ఒక రకమైన పంప్ అన్నది నిజమే. కాని నిజానికి గుండెలో రెండు పంపులు ఉన్నాయి. ప్రతి పంపుకీ దాని సొంత ధమనులు, సిరలు ఉంటాయి.

కాని రెండు పంపులు ఎందుకు? ఒకటి సరిపోతుందిగా? నిజమే, ఒకటి సరిపోతుంది.

అసలు గాలెన్ ఒక పంపే ఉంటుందని అనుకున్నాడు. రెండు వెంట్రికళ్ళని వేరు చేసే గోడలో సన్నని రంధ్రాలు ఉంటాయని అనుకున్నాడు. అవి మరీ సూక్ష్మమైనవని అందుకే కంటికి కనిపించవని దబాయించాడు (ఇది కూడా శుద్ధ తప్పే. కాని గాలెన్ మాటల్లో ఏం మాయ ఉందో గాని ఈ

భావన 1400 ఏళ్ళ పాటు సుస్థిరంగా నిలిచింది).

క్రీ.శ. 1300 ప్రాంతాల్లో ఇటలీలో వైద్యులు మళ్ళీ మృతకళేబరాల పరిచ్ఛేదానికి పూనుకున్నారు. 1316లో మాండినో దె లూత్సీ (1275–1326) అనే ఇటాలియన్ వైద్యుడు జీవనిర్మాణ శాస్త్రం మీద మొట్టమొదటి పుస్తకం రాశాడు. అయితే ఇందులో ఎక్కువగా గాలెన్ చెప్పిన సిద్ధాంతాలే ఉన్నాయి.

1543లో వెసేలియస్ గీసిన మానవ శరీర నిర్మాణ చిత్రం

కాని 1543లో బెల్జియన్ జీవనిర్మాణ శాస్త్రవేత్త ఆండ్రియాస్ వెసేలియస్ (1514–1564) తన సొంత అధ్యయనాలు చేసి మరింత మెరుగైన జీవనిర్మాణ శాస్త్ర గ్రంథం ప్రచురించాడు. పుస్తకాలని ముద్రించే సాంకేతిక పరిజ్ఞానాన్ని అప్పటికి కనుక్కున్నారు. చక్కని, సవివరమైన చిత్రాలతో వెసేలియస్ పుస్తకం అచ్చయ్యింది. త్వరలోనే ఆ పుస్తకం యూరప్ అంతా పాకింది. అప్పటినుంచి మానవ శరీరం గురించిన అవగాహన విషయంలో శాస్త్రవేత్తల ఆలోచనలు కొత్త దార్లు తొక్కసాగాయి.

కాని గుండె క్రియల విషయంలో మాత్రం గాలెన్ సిద్ధాంతాలకు మించి వెసేలియస్ కొత్తగా ఏమీ చెప్పలేకపోయాడు.

2. రక్త ప్రసరణ

యూరోపియన్ వైద్యులకి తెలియకపోవచ్చు గాని గాలెన్ భావాలని మెరుగులు దిద్దినవారు వేరే ఉన్నారు. అలాంటి పురోగతిని సాధించిన వాడు సిరియాకి చెందిన వైద్యుడు ఇబిన్ అల్ నఫిస్ (1210– 1288).

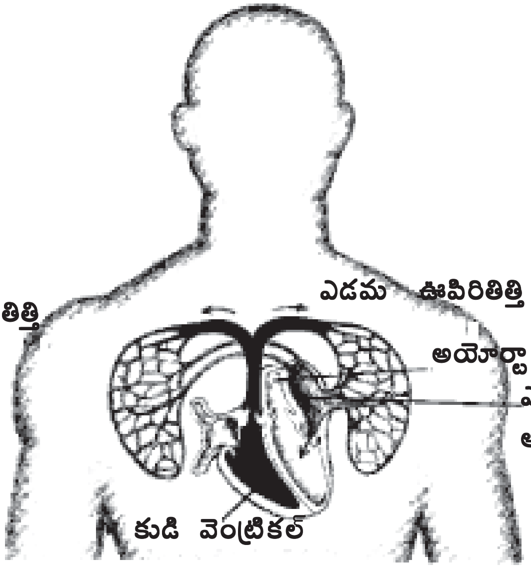
1242లో ఇతడు శస్త్ర చికిత్స మీద ఒక పుస్తకం రాశాడు. ఒక వెంట్రికల్ నుండి మరో వెంట్రికల్‌కి రక్తం ప్రసారం కావడానికి గాలెన్ ఊహించిన రంధ్రాలు అసలు లేవన్నాడితడు. రెండు వెంట్రికళ్ళని వేరు చేసే గోడ బలమైనది, దట్టమైనది. అందులో నుంచి రక్తం స్రవించే ఆస్కారమే లేదు.

అంటే మరి గుండెలో ఉన్న రెండు పంపులకి మధ్య సంబంధమే లేదని అర్థమా?

కాదు. కుడి వెంట్రికల్ నుండి రక్తం ప్రసారం కావడానికి నఫీస్ మరో మార్గాన్ని సూచించాడు.

గుండె కొట్టుకున్నప్పుడు ఎడమ వెంట్రికల్‌లో ఉన్న రక్తం పల్మనరీ ధమని ద్వారా బయటికి పోతుంది. ఈ పల్మనరీ అన్న పదం లాటిన్‌లో ఊపిరితిత్తులని సూచిస్తుంది. ఆ ధమని రక్తాన్ని ఊపిరితిత్తులకి సరఫరా చేయడం వల్ల దానికా పేరు వచ్చింది.

ఊపిరితిత్తులని చేరిన పల్మనరీ ధమని చిన్న చిన్న శాఖలుగా విడిపోతుంది. ఒక దశలో ఈ శాఖలు ఎంత చిన్నవి అవుతాయంటే సూక్ష్మదర్శినిలో తప్ప వాటిని చూడడానికి సాధ్యం కాదు. ఊపిరితిత్తుల గోడల్లో విస్తరించి ఉన్న ఈ అతి సూక్ష్మ రక్తనాళాలు ఊపిరితిత్తులలోకి వచ్చే గాలిని సేకరిస్తాయి. ఈ సూక్ష్మనాళాలు కలిసి కలిసి మళ్ళీ కంటికి కనిపించేటంత పెద్ద నాళాలు అవుతాయి. ఈ నాళాలు సిరలు. ఈ నాళాలు ఇంకా ఇంకా అలాగే కలిసి ఒక పెద్ద నాళంగా మారతాయి. ఆ నాళమే పల్మనరీ సిర.



ఊపిరితిత్తులు - గుండె మధ్య రక్త ప్రసరణ

గాలి కలిసిన రక్తాన్ని ఈ పల్మనరీ సిర తిరిగి ఎడమ ఏట్రియమ్‌కి మోసుకుపోతుంది. తరువాత ఎడమ ఏట్రియమ్‌లోని రక్తం కిందికి దిగి ఎడమ వెంట్రికల్‌లోకి చేరుతుంది. గుండె కొట్టుకున్నప్పుడు ఎడమ వెంట్రికల్‌లో ఉన్న రక్తం, అందులో కలిసిన గాలితో పాటు, అయోర్టాలోకి ప్రవేశిస్తుంది. ఇది శరీరంలోకెల్లా అతి పెద్ద ధమని. ఇక్కడినుంచి రక్తం శరీరంలో అన్ని భాగాలకి ప్రసారం అవుతుంది.

కాబట్టి గుండె పని చెయ్యడానికి రెండు పంపులు ఎందుకు అవసరమో ఇప్పుడు అర్థం అవుతుంది. బహుశ రక్తం కాలేయంలో రూపొంది, గుండెని చేరి అక్కడినుంచి శరీరం అంతటా వ్యాపించవచ్చు. కాని అది ముందు కుడి ఏట్రియమ్‌కి అక్కడినుంచి కుడివెంట్రికల్‌కి, అక్కడినుంచి ఊపిరితిత్తులకి వెళ్ళి, ఊపిరితిత్తుల నుండి తిరిగి ఎడమ ఏట్రియమ్‌కి వచ్చి, అక్కడినుంచి ఎడమ వెంట్రికల్‌కి దిగి, అక్కడినుంచి శరీరం అంతటా వ్యాపిస్తుంది. రక్తంలో గాలి కలియటానికి కావలసిన ఏర్పాటు గుండెలో కుడి భాగం వల్ల

ఏర్పడుతోంది.

కాబట్టి రక్తం కుడి వెంట్రికల్ నుండి ఊపిరితిత్తులకి, తిరిగి వెనక్కి ఎడమ ఏట్రియమ్‌కి చేరుతుంది. ఆ విధంగా రక్తం నడిచే గతి చక్రికంగా (circular) ఉంది కాబట్టి రక్తం circulate అవుతుంది అంటారు. ఈ లాటిన్ మాటకి 'చక్ర గతిలో తిరగటం' అని అర్థం. గుండె నుండి ఊపిరితిత్తులని చేరి తిరిగి వచ్చే దూరం తక్కువ. కనుకనే దీన్ని హ్రస్వ ప్రసారం అంటారు. కాని ఎడమ వెంట్రికల్‌ని విడిచి పెట్టి అయోర్టాలో నుంచి బయటికి ప్రవహించిన రక్తం ఎక్కడికి పోతుంది అన్న విషయం మీద ఇబిన్–అల్–నఫీస్ ఏమీ చెప్పలేకపోయాడు. బహుశ ఆ రక్తాన్ని శరీరం వాడేస్తుందేమో. అందుకే కాలేయంలో మళ్ళీ కొత్తగా రక్తం పుడుతుందేమో.

అయితే ఆ రోజుల్లో ఊపిరితిత్తుల్లోని సన్నని రక్త నాళాలని, సూక్ష్మమైన ధమనులని, సిరలని ఎవరూ చూడలేకపోయేవారు. గాలెన్ ఊహించిన రంధ్రాలకి మల్లె ఇవి కూడా ఎవరికీ కనిపించలేదు. ఇబిన్–అల్–నఫీస్ చేసిన సూచనలో ఇదే దోషం.

ఇక్కడ మరో తిరకాసు కూడా ఉంది. యూరప్‌లో ఇబిన్–అల్–నఫీస్ పుస్తకం గురించి ఎవరికీ తెలియదు. 1924 దాకా ఆ సంగతి ఎవరికీ తెలియదు. యూరోపియన్లు ఆ సంగతిని సొంతంగా, స్వతంత్రంగా కనుక్కోవలసి వచ్చింది. ఆ ఆవిష్కరణని మొట్టమొదట చేసినవాడు స్పానిష్ వైద్యుడు మైకేల్ సెర్విటస్ (1511–1553).

సెర్విటస్ చాలా అస్థిరమైన పరిస్థితులలో జీవించాడు. పాశ్చాత్య యూరప్‌కి చెందిన కాథలిక్ చర్చ్ రెండుగా చీలిపోయింది. ప్రతిఘటించి విడిపోయిన వర్గాన్ని ప్రొటెస్టంట్లు అంటారు. వెనకటి సాంప్రదాయానికి కట్టుబడి మిగిలిపోయిన వారు కాథలిక్కులు. ఈ రెండు వర్గాల మధ్య తీవ్రమైన శత్రుత్వం ఉండేది.

అయితే మతం పట్ల సెర్విటస్ అభిప్రాయాలు ఇటు కాథలిక్కులకి

గాని, అటు ప్రొటెస్టెంట్లకి గాని నచ్చనివిగా ఉన్నాయి. 1553లో తన అభిప్రాయాలని వ్యక్తం చేస్తూ ఒక పుస్తకం రాశాడు. అందులో తన పేరు లేదు గాని అది చదివిన వాళ్ళందరూ ఇతడి సంగతి తెలుసు కాబట్టి రచయిత ఎవరో గుర్తుపట్ట గలిగారు.

ఫ్రాన్స్‌లో కాథలిక్కులు ఇతడిని నిర్బంధించారు. తప్పించుకుని స్విట్జర్లాండ్‌లోని జెనీవాకి పారిపోయాడు. ఆ రోజుల్లో జెనీవాని జాన్ కాల్విన్ (1509–1564) అనే నిరంకుశ రాజు పాలించేవాడు. మతం పట్ల సెర్విటస్ ఆలోచనల గురించి తెలుసుకున్న కాల్విన్‌కి అతడంటే పిచ్చి కోపం వచ్చింది. అతడిని నిర్బంధించి బాహాటంగా సజీవ దహనం చేయించాడు. సెర్విటస్ పుస్తక ప్రతులు దొరికినన్ని సంపాదించి అన్నిటినీ తగులబెట్టించాడు.

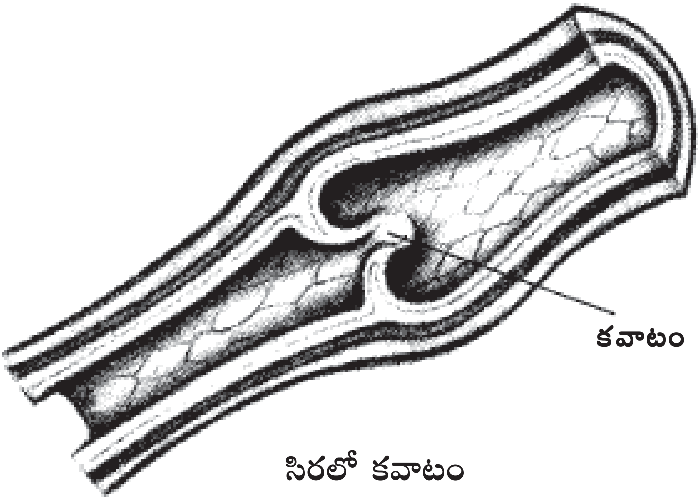
ఆ పుస్తకం కొద్ది ప్రతులు మాత్రం ఎలాగో బతికి బట్టకట్టాయి. 1694లో, అంటే సెర్విటస్ మరణించిన ఒకటిన్నర శతాబ్దం తరువాత, ఒక ప్రతి దొరికింది. ఆ పుస్తకంలో మతం మీద ఘాటైన వ్యాఖ్యానాలే కాక, గుండెకి ఊపిరితిత్తులకి మధ్య రక్త ప్రసరణ గురించిన వర్ణన కూడా ఉంది. అయితే అప్పటికే ఆ ఆవిష్కరణని మూడు సార్లు చేశారు.

1559లో అంటే సెర్విటస్ చనిపోయిన ఆరేళ్ళకి రియాల్డో కొలంబో (1516–1559) అనే ఇటాలియన్ వైద్యుడు కూడా ఈ హ్రస్వ ప్రసరణ గురించి ఊహించాడు. దాని గురించి ఒక పుస్తకం కూడా రాశాడు.

ఆ పుస్తకం పది కాలాల పాటు నిలిచింది. తతిమా వైద్యులు ఆ పుస్తకం చదివారు. క్రమంగా హ్రస్వ ప్రసరణ ఉందన్న నమ్మకం స్థిరపడసాగింది. కొలంబోకి ఆ ఆలోచన సెర్విటస్‌కి వచ్చిన తరువాతే వచ్చినా, ఇబిన్–అల్–నఫీస్‌కి ఆ ఆలోచన వచ్చిన నాటికి ఎంతో కాలం తరువాతే వచ్చినా కూడా కొలంబో రాతల వల్లే యూరోపియన్ వైద్యులకి హ్రస్వ ప్రసరణ గురించి తెలిసింది. అందుకే హ్రస్వ ప్రసరణ గురించి కనుక్కున్న ఘనత అంతా కొలంబోకి దక్కింది.

తరువాత 1574లో గిలొరామో ఫాబ్రీచీ (1537-1619) అనే ఇటాలియన్ వైద్యుడు కాళ్ళలోని సిరలని అధ్యయనం చెయ్యసాగాడు. వాటిలో చిన్న చిన్న కవాటాలు ఉన్నాయని గుర్తించాడు. రక్తం ఒక దిశలో ప్రసారం అయినప్పుడు కవాటాలు తెరుచుకుని రక్తానికి ప్రవేశాన్నిస్తాయి. వ్యతిరేక దిశలో ప్రవహించినప్పుడు కవాటాలు మూసుకుని సిరని మూసేస్తాయి.

సిరలలో రక్తం ఒకే దిశలో ప్రవహించనిచ్చే ద్వారాల లాంటివి ఈ



సిరలో కవాటం

కవాటాలు. వీటి వల్ల నిలుచున్న మనిషి కాళ్ళలో రక్తం పైకే ప్రవహిస్తుంది గాని గురుత్వ ప్రభావం వల్ల పాదాలలో నిలిచిపోదు.

ఇది మంచిదే కదా? మనం కాళ్ళు కదిలించినప్పుడు, లేదా కాలి కండరాలని బిగించినప్పుడు ఇవి సిరలకేసి వత్తుకుంటాయి. ఈ విధంగా గురుత్వాకర్షణ శక్తికి వ్యతిరేక దిశలో రక్తం ప్రవహించేటట్లు చేస్తాయి. మనం కాళ్ళు పెద్దగా కదిలించకుండా ఉన్నప్పుడు రక్తంలో ప్రవాహం అంతగా ఉండదు. కాని ఈ కవాటాల పుణ్యమా అని రక్తం గురుత్వాకర్షణ దిశగా ప్రవహించదు.

కాబట్టి సిరలలో రక్త ప్రసరణ హృదయం దిక్కుగానే ఉంటుంది.

అవుతుంది. కాని ఆ సూక్ష్మాన్ని ఫాబ్రీచీ గుర్తించలేకపోయాడు. ఎడమ వెంట్రికల్‌ని విడిచిపెట్టిన రక్తం హృదయం నుండి దూరంగానే పోతుందని అందరూ అనుకుంటున్నారు. ఆ ఆలోచనల ప్రభావం బలంగా ఉండటం వల్ల కాబోలు ఫాబ్రీచీ ఒక ముఖ్యమైన ఆవిష్కరణ చేసే అవకాశం చేజార్చుకున్నాడు.

ఆ తరువాత రంగప్రవేశం చేసినవాడు బ్రిటిష్ వైద్యుడు విలియమ్ హార్వే (1578–1657). వైద్యం చదువు పూర్తిచేశాక ఉన్నత చదువుల కోసం ఇటలీకి వెళ్ళి అక్కడ ఫాబ్రీచీ వద్ద చదువుకున్నాడు.

మృత కళేబరాల గుండెలని కోసి బయటికి తీసి ఏట్రియమ్‌కి

విలియం హార్వే, 1578–1657

వెంట్రికల్‌కి మధ్యన ఉండే కవాటాలని అధ్యయనం చెయ్యడం హార్వే పని. ఈ రెండూ కూడా ఒకే దిశలో తెరుచుకున్న కవాటాలని హార్వే గుర్తించాడు. ఈ కవాటాలు రక్తాన్ని ఏట్రియమ్ నుండి వెంట్రికల్‌కి సునాయాసంగా

ప్రవహించనిస్తాయి. కాని గుండె కొట్టుకున్నప్పుడు వెంట్రికల్‌లోని రక్తాన్ని కొంచెం కూడా ఏట్రియంలోకి ప్రవహించనివ్వవు. కవాటాలు అలా రక్తం వెనక్కు ప్రవహించకుండా నిలువరించడం వల్ల ఉన్న రక్తం అంతా ధమనులలోకే ప్రవహిస్తుంది.

హార్వే ఈ కవాటాల గురించి లోతుగా ఆలోచిస్తున్న కాలంలోనే తన గురువు ఫాబ్రీచీ సిరలలోని కవాటాలని కనుక్కున్నాడు. గుండె కవాటాల్లాగానే అవి కూడా ఏక దిశలో ప్రవేశాన్నిచ్చే ద్వారాలే.

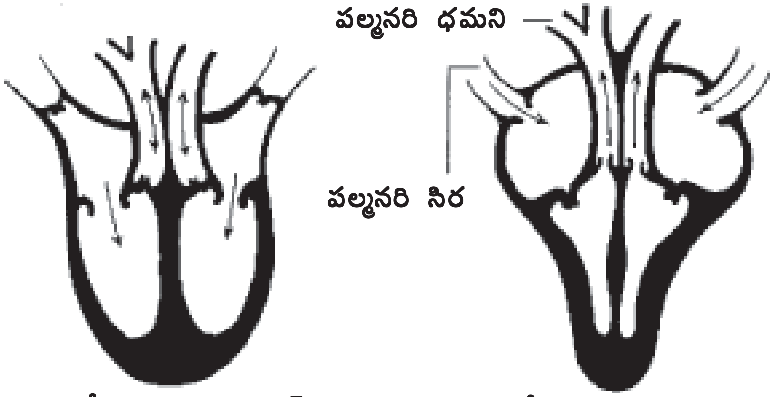
వాటి గురించి ఇంకా తెలుసుకోవాలని ప్రయోగాత్మక జంతువులలో వివిధ సిరలని రక్తం నిలిచిపోయేలా కట్టేసి ఏం జరుగుతుందో పరీక్షించాడు. కట్టేసిన చోట సిరలు ఎప్పుడూ గుండెకి అవతలి పక్కనే పొంగసాగాయి. చూడబోతే అది ఎలా ఉందంటే రక్తం గుండెకేసి ప్రవహించజూస్తున్నట్లు, మార్గం మూతబడింది కాబట్టి ఆ అడ్డుకట్టకి కాస్త కిందుగా రక్తం పేరుకుంటున్నట్లు అనిపిస్తుంది. రక్తానికి వ్యతిరేక దిశలో ప్రవహించే వీలులేక అలా జరుగుతోంది. సిరలన్నిటి విషయంలోనూ ఇలాగే జరగడం గమనించాడు హార్వే.

ఇందుకు విరుద్ధంగా ధమనులలో ఎక్కడయినా బంధం వేస్తే గుండె ఉన్న వైపు ధమని పొంగడం కనిపించింది. అంటే రక్తం గుండె నుండి దూరంగా పోవడానికి ప్రయత్నిస్తున్నట్లు, అడ్డుకట్ట ఉండటం వల్ల గుండె ఉన్న వైపు పోగవుతున్నట్లు అనిపించింది.

హార్వేకి ఇప్పుడు అంతా బోధపడింది. గుండె రక్తాన్ని ధమనుల ద్వారా శరీరంలోకి తోస్తోంది. అలా బయటికి ప్రవహించిన రక్తం సిరల ద్వారా తిరిగి గుండె దిక్కుగా ప్రసరణ చెందుతోంది. రెండు వెంట్రికళ్ళలో కూడా ఇదే జరుగుతోంది. అంటే గుండెలో జంట ప్రసరణ ఉందన్నమాట. కుడి వెంట్రికల్‌లో బయలుదేరిన రక్తం ధమని ద్వారా ఊపిరితిత్తులని చేరి, తిరిగి సిర ద్వారా ఎడమ ఏట్రియంని, అటుపై ఎడమ వెంట్రికల్‌ని చేరుతుంది.

అక్కడినుంచి ధమనుల ద్వారా శరీరం అంతటా వ్యాపించి ("దీర్ఘ ప్రసరణ"లో) సిరల ద్వారా కుడి ఏట్రియంని చేరి, అక్కడినుంచి కుడి వెంట్రికల్‌ని చేరి తన యాత్ర పూర్తిచేస్తుంది.

కాబట్టి రక్తం దేహంలో హరించుకుపోతుందని, తిరిగి కొత్త రక్తం



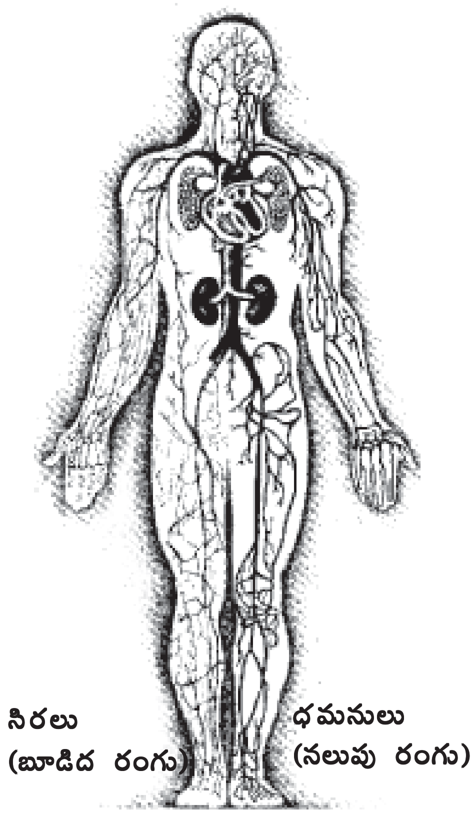
గుండె ఎలా కొట్టుకుంటుంది

రూపొందుతుందని అనుకోవటం పొరబాటని భావించాడు హార్వే. గుండె ఒక్కసారి కొట్టుకున్నప్పుడు ఎంత రక్తం బయటికి పోతుందో కొలిచాడు. అలాగే గంటకి ఎన్నిసార్లు కొట్టుకుంటుందో కూడా కొలిచాడు. ఒక గంటలో గుండె పంప్ చేసిన మొత్తం రక్తం బరువు ఆ మనిషి బరువుకి మూడు రెట్లు ఉంటుందని అంచనా వేశాడు. అంత బ్రహ్మాండమైన వేగంతో శరీరం పాత రక్తాన్ని వినియోగించి, కొత్త రక్తాన్ని సృష్టించలేదని సూచించాడు. ఒకే రక్తం ప్రసారమై మళ్ళీ మళ్ళీ ఉపయోగింపబడుతూ ఉండి ఉండాలని అనుకున్నాడు హార్వే.

అయితే ఇబిన్–అల్–నఫీస్‌ని ఇబ్బంది పెట్టిన సమస్యే హార్వేని కూడా ఇబ్బంది పెట్టింది. చిన్న చిన్న ధమనులని సిరలని కలిపే అత్యంత సూక్ష్మమైన మధ్యంతర నాళాలు కంటికి కనిపించవు. మరి అవి నిజంగా ఉన్నట్టా

లేనట్టా?

1650 లలో శాస్త్రవేత్తలు కటకాలని కొన్ని ప్రత్యేక రీతుల్లో అమర్చి కంటితో చూసేందుకు మరీ చిన్నవైన వస్తువులని పెద్దగా ప్రదర్శించ గలిగేట్టుగా సాధనాలు తయారు చేశారు. ఈ సాధనాలకే మైక్రోస్కోప్స్ అని పేరు.



రక్తప్రసరణ వ్యవస్థ

వీటిని వాడిన ప్రథములలో ఒకడు మార్సెలో మాల్ఫిజీ (1628–1694) అనే ఇటాలియన్ దేశస్థుడు. మామూలుగా కంటికి కనిపించని అతి చిన్న రక్తనాళాలని ఆ సూక్ష్మ దర్శినిలో దర్శించగలిగాడు.

1661లో హార్వే చనిపోయిన నాలుగేళ్ళకి మాల్ఫిజీ గబ్బిలాల రెక్కలని పరీక్షించాడు. వాటి సన్నటి చర్మపు పొరల అడుగున ఉన్న సూక్ష్మమైన నాళాలని సూక్ష్మదర్శినిలో చూడగలిగాడు.

ఈ సన్నని రక్తనాళాలకి కేశిక నాళాలు (capillaries) అని పేరు పెట్టాడు. అంటే వెంట్రుకలంత సన్నగా ఉంటాయన్నమాట.

కేశిక నాళాల ఆవిష్కరణతో రక్త ప్రసరణ గురించిన భావన సంపూర్ణం అయ్యింది. అప్పటినుంచి అంతా ఆ భావనని సమ్మతించారు.

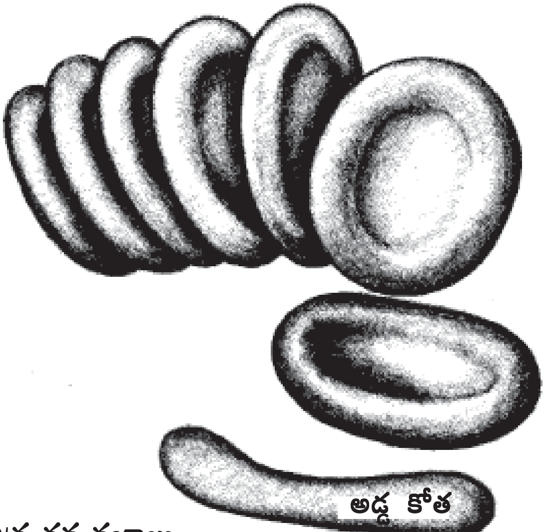
రక్త పీడనాన్ని లేదా రక్తపోటుని కొలిచిన మొదటివాడు స్టీఫెన్ హేల్స్ (1677–1761) అనే ఒక బ్రిటిష్ శాస్త్రవేత్త. రక్త ప్రసరణని నాళాల ద్వారా ముందుకి తోస్తున్న బలమే ఈ రక్త పీడనం. తన ప్రయోగఫలితాలని 1733లో వెల్లడి చేశాడు హేల్స్. నేటి రోజుల్లో రక్తపీడనాన్ని అన్ని సందర్భాలలోను కొలుస్తున్నారు. రక్తపీడనం ఎక్కువయితే శ్రేయస్కరం కాదు.

3. ఎర్ర రక్త కణాలు

చూడటానికి నెత్తురు ఎర్రని ద్రవంలా కనిపిస్తుంది. లోపల ఏ అంశాలూ లేని సమమైన ద్రవంలా కనిపిస్తుంది. కాని దాన్ని సూక్ష్మదర్శినిలో పెట్టి చూస్తే అందులో స్పష్టమైన, పారదర్శకమైన ద్రవంలో తేలే చిన్న చిన్న వస్తువులు కనిపిస్తాయి. ఆ వస్తువులే రక్తానికి ఎర్రదనాన్ని ఇస్తాయి. ఆ ద్రవం పలచని పచ్చ రంగులో ఉంటుంది. అందులో కనిపించే అంశాలలో కూడా ఒక అంశం అదే రంగు కలిగి ఉంటుంది. కాని అందులో ఉన్న అంశాలన్నీ కలిపి చూస్తే చిక్కని ఎర్రదనం కనిపిస్తుంది.

సూక్ష్మదర్శినిని కనుక్కున్న కొత్తల్లోనే రక్తంలోని ఈ అంశాలని మాల్ఫీజీ చూశాడు. యాన్ స్వామర్డామ్ (1637–1680) అనే డచ్ శాస్త్రవేత్త వాటిని 1658లో వర్ణించాడు. ఈ వస్తువులని మొట్టమొదట కనుక్కున్న ఘనత ఇద్దరిలో ఎవరికి దక్కాలో స్పష్టంగా లేదు.

ఎర్రగా ఉన్నాయి కాబట్టి ఈ చిన్న చిన్న వస్తువులకి ఎర్ర కణాలు



ఎర్ర రక్త కణాలు

అని పేరు పెట్టారు. ఇంటికి ఇటుకల్లా జీవపదార్థానికి మూలమైన, సూక్ష్మదర్శినిలో తప్ప కంటికి కనిపించని, చిన్న చిన్న అంశాలనే కణాలు అంటారు. ఈ ఎర్ర కణాలని ఎరిత్రోసైట్లు అంటారు. అంటే లాటిన్‌లో ఎర్ర కణాలు అని అర్థం.

ఈ ఎర్ర కణాలని శ్రద్ధగా అధ్యయనం చేసినవాడు ఆంటోన్ వాన్ లేవెన్హూక్ (1632–1723) అనే డచ్ శాస్త్రవేత్త. తొలినాటి సూక్ష్మదర్శినులలో కెల్లా శ్రేష్ఠమైన దూరదర్శినులు అతడి వద్ద ఉండేవి. మేలిమి గాజు కటకాలని నునుపుగా రుద్ది చక్కగా తీర్చి దిద్దేవాడు. ఆ కటకాల నుంచి చూస్తే అతి చిన్న వస్తువులు కూడా కొండంత పెద్దగా కనిపించి ఆశ్చర్యం కలిగించేవి. ఆ రోజుల్లో అంత మంచి సూక్ష్మదర్శినులు మరెవరి వద్దా లేవు.

లేవెన్హూక్ ఎర్ర కణాల రూపాన్ని వర్ణించాడు. ఈ కణాలు చదునైన పళ్ళేలలా ఉండి మధ్యలో లొత్తగా ఉంటాయి. మధ్యలో రంధ్రంలేని గారెలలా ఉంటాయి ఈ కణాలు.

ఈ కణాల పరిమాణాన్ని అంచనా వెయ్యడానికి ప్రయత్నించాడు లేవెన్హూక్. అవి చాలా ఇతర కణాల కన్నా చాలా చిన్న కణాలు. ఈ కణాలు 3,400 తీసుకుని వరుసగా, గొలుసుకట్టుగా పేర్చితే ఆ గొలుసు పొడవు 1 అంగుళం ఉంటుంది. రొట్టెల దొంతరలా ఈ కణాలని ఒకదాని మీద ఒకటి వచ్చేలా 12,000 కణాలని పేర్చితే వాటి ఎత్తు 1 అంగుళం అవుతుంది.

ఒక బుల్లి ఘనాన్ని తీసుకుందాం. దాని వెడల్పు, పొడవు, ఎత్తు 1/25 అంగుళాలు ఉన్నాయనుకుందాం. ఇలాంటి పాత్ర నిజంగా ఉన్నా అది చూపుకి ఆనటం కష్టం. అలాంటి పాత్ర నిండా రక్తం నింపాం అనుకుందాం. అందులో పెద్దగా రక్తం పట్టదులేండి. ఒక్క బొట్టు రక్తాన్ని నింపటానికి అలాంటి పాత్రలు 50 కావాలి. అయినా అంత చిన్న పాత్రలో రక్తం నింపితే, ఆ రక్తంలో 50 లక్షల ఎర్ర కణాలు ఉంటాయి. ఈ సంఖ్యని 1852లో కార్ల్ ఫియరోట్ (1818–1884) అనే జర్మన్ శాస్త్రవేత్త అంచనా

వేశాడు.

అయితే రక్తం ఎప్పుడూ ఎర్రగా ఉండదు. ఊపిరితిత్తుల నుండి తిరిగి వచ్చాకనే అది ఎర్రగా మారుతుంది. ఊపిరితిత్తుల్లో రక్తం గాలిని తీసుకుంటుంది. ఎడమ వెంట్రికల్ నుండి వెలువడి శరీరానికి సరఫరా అయ్యే రక్తం ఎర్రగా ఉంటుంది. శరీరంలోని ధాతువులు రక్తంలో ఉండే గాలిని లోనికి తీసుకుంటాయి. అలా గాలి పోయిన రక్తం నీలంగా మారిపోతుంది. అది గుండెలోకి తిరిగి వచ్చి, ఊపిరితిత్తులని చేరాకనే మళ్ళీ మొదటి ఎర్రదనాన్ని సంక్రమించుకుంటుంది.

1669లో ఈ విషయాన్ని మొట్టమొదట గుర్తించినవాడు ఇంగ్లీషు వైద్యుడు రిచర్డ్ లోవర్ (1631–1691). ధమనులలో రక్తం ఎప్పుడూ చిక్కని ఎర్ర రంగులో ఉంటుంది. దీన్ని ధమనుల రక్తం అంటారు. అలాగే సిరలలో రక్తం నీలంగా ఉంటుంది. దీన్ని సిరల రక్తం అంటారు.

మీరు తెల్లని శరీర ఛాయ గలవారైతే ఒకసారి చేతులు వెనక్కి తిప్పి చూసుకోండి. చర్మానికి అడుగున సిరలు నీలి గీతల్లా కనపడతాయి. ఇవి రక్తాన్ని గుండె దిక్కుగా మోసుకుపోతూ కనిపిస్తాయి. వాటిలో ప్రసారం అయ్యే రక్తం ఎర్ర రక్తం కాదు.

చేతిలోని సిరలు

మీరు చామనఛాయ గలవారైనా, లేదా బాగా ఎండలో తిరిగి రంగు తగ్గినా, సిరల నీలి రేఖలు అంత స్పష్టంగా కనిపించవు. వెనుకటి రోజుల్లో డబ్బున్నవాళ్ళే ఇంటిపట్టున నీడలో చల్లగా ఉండేవారు. పేదవాళ్ళు కూలినాలి చేసుకుంటూ పొలాలలో కష్టపడేవారు. యూరప్‌లో ధనిక వర్గానికి చెందినవారు తెల్లగా, ఎండకి కమలని చర్మం కలిగి ఉండేవారు. వారి చర్మంలో సిరలు కనిపించేవి. అందుకే వాళ్ళని "నీలి రక్తం" మనుషులు అనేవారు.

ప్రమాదవశాత్తు ఒక సిర తెగినా అందులోంచి బయటికి స్రవించే రక్తం నీలంగా కనిపించదు. బయట గాలి సోకగానే, గాలి కలిసిన రక్తం ఎర్రగా మారిపోతుంది.

గాలిలో ఏ అంశం రక్తాన్ని ఎర్రగా మారుస్తోంది?

1774లో జోసెఫ్ ప్రీస్లీ (1733-1804) అనే బ్రిటిష్ రసాయన శాస్త్రవేత్త ఒక కొత్త వాయువుని కనుక్కున్నాడు. ఈ వాయువులో నిప్పు బాగా మండుతుంది. ఆ వాయువు ఉన్న జాడీలో రగులుతున్న నిప్పు కణికని ప్రవేశపెడితే భగ్గున మండుతుంది.

1778లో ఆంట్వాన్ లారెంట్ లవోషియే (1743-1794) అనే ఫ్రెంచ్ రసాయన శాస్త్రవేత్త గాలిలో రెండు రకాల వాయువులు ఉంటాయని నిరూపించాడు. అందులో ఐదో వంతు వాయువు ప్రీస్లీ కనుక్కున్న వాయువు. దీనికి లవోషియే ఆక్సిజన్ (ప్రాణవాయువు) అని పేరు పెట్టాడు. మిగతా 4/5 వంతు వాయువు నైట్రోజన్ (నత్రజని).

ఆక్సిజన్ రక్తంతో కలిసి దాన్ని ఎర్రబరుస్తుంది. అంటే ధమనులలో రక్తం ఆక్సిజనీకృతం అయిన రక్తం అన్నమాట.

1857లో జూలియస్ లోథార్ మెయెర్ (1830-1895) అనే జర్మన్ రసాయన శాస్త్రవేత్త రక్తంలోని ద్రవ్య భాగంతో ఆక్సిజన్ కలవటం లేదని నిరూపించాడు. అది ఎర్ర కణాలతో కలుస్తోంది. దేహ కణాలలో ప్రోటీన్లు

(మాంసకృత్తులు) అనే సంక్లిష్టమైన అణువులు ఉంటాయని అప్పటికే శాస్త్రవేత్తలకి తెలుసు. ఒక్కొక్క ప్రోటీన్ అణువులోను వందల, వేల పరమాణువులు ఉంటాయి. 1851లో జర్మన్ రసాయన శాస్త్రవేత్త ఆటో ఫంకె (1828-1879) ఎర్ర కణాలలో ఉండే ఒక ప్రోటీన్‌ని వెలికితీశాడు. ఎర్నెస్ట్ ఫెలిక్స్ హోపే-సెయ్లర్ (1825-1895) అనే మరో జర్మన్ రసాయన శాస్త్రవేత్త ఆ ప్రోటీన్ పదార్థాన్ని శుద్ధం చేసి దాన్ని క్షుణ్ణంగా అధ్యయనం చెయ్యసాగాడు.

ఎర్ర కణాలలో ఉండే ఈ ప్రోటీన్‌కి హిమోగ్లోబిన్ అని పేరు పెట్టారు. గ్రీకు భాషలో హీమో అంటే రక్తం. గ్లోబిన్ అనేది ఒక రకమైన ప్రోటీన్ జాతిని సూచిస్తుంది. అంటే హీమోగ్లోబిన్ అనేది ఒక రకమైన రక్త ప్రోటీన్ అన్నమాట.

రక్తం ఊపిరితిత్తుల గుండా ప్రసారం అయినప్పుడు ఆక్సిజన్ విరహితమైన నీలిరంగు హిమోగ్లోబిన్, గాలిలోని ఆక్సిజన్‌తో కలిసి చిక్కని ఎరుపు రంగు గల ఆక్సీహిమోగ్లోబిన్‌గా మారిపోతుంది. హిమోగ్లోబిన్ అణువు ఆక్సిజన్ అణువులని వదులుగా పట్టుకుని ఉంటుంది. రక్తం కేశికనాళాలలోకి ప్రవేశించినప్పుడు చుట్టూ ఉన్న శరీర ధాతువుకి చెందిన కణాలు ఆక్సీహిమోగ్లోబిన్‌లోని ఆక్సిజన్‌ని తీసుకుంటాయి. ఆక్సీహిమోగ్లోబిన్ అప్పుడు మళ్ళీ వట్టి హిమోగ్లోబిన్‌గా మారిపోతుంది.

రక్తం నుండి తీసుకున్న ఆక్సిజన్‌ని, ఆహారం నుండి వచ్చే కొన్ని పదార్థాలతో కణాలు సంయోగ పరుస్తాయి. ఆ విధంగా శక్తి పుడుతుంది. ఈ శక్తి వల్లనే మనం కదలగలుగుతున్నాం, పనిచెయ్యగలుగుతున్నాం.

1747లో ఇటాలియన్ రసాయన శాస్త్రవేత్త విన్సెంజో ఆంటోనియో మెంగినీ (1704-1759) రక్తంలో స్వల్ప మోతాదులో ఇనుము కూడా ఉందని గుర్తించాడు. ఆ ఇనుము ఎర్ర కణాలలో ఉందేమోనని అతడికి అనిపించింది. ప్రతి హిమోగ్లోబిన్ అణువులో నాలుగు ఇనుము పరమాణువులు

ఉంటాయని, ఈ ఇనుము పరమాణువులకే ఆక్సిజన్ పరమాణువులు అతుక్కుంటాయని తరువాత తెలిసింది.

మనిషికి రక్తస్రావం జరిగినప్పుడు ఈ ఇనుము నష్టం అవుతుంది. ఆహారంలో తగినంత ఇనుము లేకపోతే ఈ వెలితి వల్ల ఆ వ్యక్తికి 'రక్తహీనత' (ఎనీమియా) రావచ్చు. రక్తంలో ఇనుము తక్కువయ్యింది కాబట్టి దానికి ఆక్సిజన్‌ని గ్రహించే సామర్థ్యం తగ్గుతుంది. అందువల్ల మనిషికి నీరసం ఎక్కువవుతుంది.

రక్తస్రావం మరీ ఎక్కువై మనిషిలో రక్తం బాగా తగ్గిపోతేనో? ఏ జంతు రక్తాన్నో తీసుకుని మనిషిలోకి ఎక్కించగలమా?

1600 కాలంలో ఈ విషయంలో తొలి ప్రయోగాలు జరిగాయి. ఒక జంతువు నుండి రక్తం తీసుకుని మరో జంతువులోకి ఎక్కించి చూశారు. 1666లో మొట్టమొదటిసారిగా జంతు రక్తాన్ని మనిషికి ఎక్కించి చూసినవాడు రిచర్డ్ లోవర్ (1631–1691).

అయితే అలాంటి రక్త మార్పిడి పద్ధతి కొన్నిసార్లు పనిచేసేది. కొన్నిసార్లు చేసేది కాదు. రక్తమార్పిడుల వల్ల మనుషులు చనిపోయిన సందర్భాలు కూడా ఉన్నాయి. అందుకని ఈ పద్ధతిని తరచు ఉపయోగించడానికి వైద్యులు ఇష్టపడేవారు కారు. చివరికి జేమ్స్ బ్లండెల్ (1790–1877) అనే బ్రిటిష్ వైద్యుడు ఒక జాతి జంతువు నుండి తీసిన రక్తాన్ని అదే జాతికి చెందిన మరో జంతువుకి మాత్రమే ఎక్కించాలి అని తీర్మానించాడు. అంటే జంతు రక్తం మనిషికి ఎక్కించకూడదు. మనిషికి మనిషి రక్తం మాత్రమే ఎక్కించాలి. 1818లో అతడు ఆరోగ్యవంతులైన మనుషుల నుండి రక్తం తీసుకుని రక్తం తక్కువైన వారికి ఎక్కించాడు.

ఇది కూడా కొన్నిసార్లు పనిచేసేది, కొన్నిసార్లు చేసేది కాదు. పనిచెయ్యని సందర్భాలలో రెండు రక్తాలూ కలిసిన మిశ్రమాన్ని పరిశీలిస్తే అందులో ఎర్ర కణాలు ఒకదానికి ఒకటి అతుక్కుపోయి ముద్దలుగా మారటం

కనిపించింది. అలా ముద్దలుగా మారిన ఎర్ర కణాలు ఆక్సిజన్‌ని సమర్థవంతంగా తీసుకోలేవు. అందువల్ల రోగి నీరసించిపోయేవాడు. కొన్నిసార్లు ప్రాణం మీదకి కూడా వచ్చేది.

1900లో ఈ సమస్యకి సమాధానం ఆస్ట్రియన్ వైద్యుడు కార్ల్ లాండ్ స్టయినర్ (1868–1943) కనుక్కున్నాడు. నాలుగు రకాల ఎర్ర కణాలు ఉన్నాయని అతడు గుర్తించాడు. కొంతమందిలో ఎర్రకణాలకి ఏ అన్న రసాయనం జోడై ఉంటుంది. మరి కొందరి ఎర్ర కణాలకి బి అన్న రసాయనం జోడై ఉంటుంది. కాబట్టి ఆయా మనుషులలో ఉండే రక్తాన్ని ఏ–గ్రూపు, బి–గ్రూపులుగా వర్గీకరించవచ్చు. ఎర్ర కణాలకి ఈ రెండు రకాల రసాయనాలూ జోడై ఉన్నప్పుడు ఆ రక్తాన్ని ఏబీ–గ్రూపు రక్తం అంటారు. రెండు రసాయనాలూ లేని వారిలో ఉన్నది ఓ–గ్రూపు రక్తం అంటారు.

ఒక కోవకి చెందిన రక్తం మరో కోవకి చెందిన రక్తం గల రోగిలోకి ఎక్కిస్తే తరచు రక్తం రాశులుగా తయారవుతుంది. కాబట్టి రోగిలో ఏ రకమైన రక్తం ఉందో అదే రకమైన రక్తాన్ని ఎక్కిస్తేనే మేలు. అత్యవసర పరిస్థితుల్లో ఏబీ–గ్రూపు రక్తం ఉన్న రోగిలోకి మరే ఇతర గ్రూపుకి చెందిన రక్తాన్నయినా ఎక్కించవచ్చు. సాధారణంగా జనాభాలో 1/25 వంతు ఏబి–గ్రూపుకి చెందుతారు.

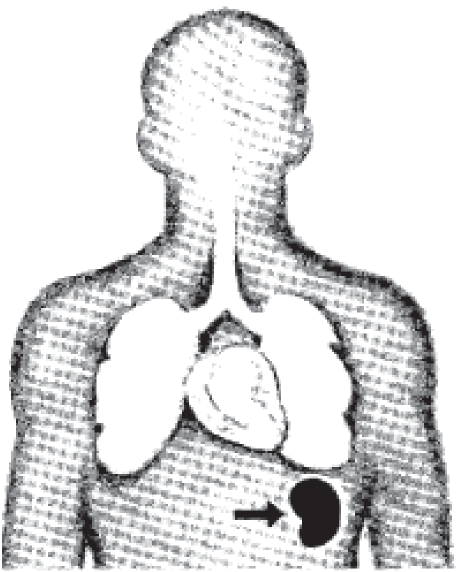
ఏ–గ్రూపు రోగికి అయినా, బి–గ్రూపు రోగికి అయినా ఓ–గ్రూపు రక్తాన్ని ఎక్కించవచ్చు. అందుకే అత్యవసర పరిస్థితుల్లో రక్తాన్ని ఎక్కించాల్సి వచ్చినప్పుడు ఓ–గ్రూపు చాలా ఉపయోగకరంగా ఉంటుంది. ఇబ్బంది లేకుండా ఓ–గ్రూపు రక్తాన్ని ఇతరులకి ఎక్కించవచ్చు. కాని ఓ–గ్రూపు రోగికి ఓ–గ్రూపు రక్తాన్ని మాత్రమే ఎక్కించాలి. అదృష్టవశాత్తు ఓ–గ్రూపు వ్యక్తులు చాలా మంది ఉంటారు. సాధారణంగా జనాభాలో సగానికి సగం మంది ఓ–గ్రూపు వాళ్ళే ఉంటారు. రక్తంలో ఈ గ్రూపుల గురించి చేసిన కృషికి 1930లో లాండ్ స్టయినర్‌కి నోబెల్ పురస్కారం దక్కింది. కొంతమందికి

మాత్రం ఎర్ర కణాలని అలాంటి పేర్లతో పిలవటం నచ్చలేదు.

1831లో రాబర్ట్ బ్రౌన్ అనే స్కాటిష్ శాస్త్రవేత్త కణం లోపల ఒక చిన్న నిర్మాణం ఉందని గుర్తించాడు. దానికి న్యూక్లియస్ అని పేరు పెట్టాడు. నిజమైన ప్రతి కణంలోను ఒక న్యూక్లియస్ ఉంటుందని అతడు గుర్తించాడు. పైగా కణంలో న్యూక్లియస్ చాలా ముఖ్యమైన భాగం. దాని వల్ల కణవిభజనకి కావలసిన పదార్థాలన్నీ తయారవుతాయి. న్యూక్లియస్ లేకుండా కణాలు విభజన కావు, అంటే వాటి సంఖ్య పెరగదన్నమాట.

మనిషిలో (తదితర జంతువులలో కూడా) ఉండే ఎర్రకణంలో న్యూక్లియస్ ఉండదు. కాబట్టి అది నిజమైన కణం కాదన్నమాట. అందుకే దాన్ని కొన్నిసార్లు ఎర్ర కార్పసల్ అంటారు.

ఈ ఎర్రకణాలు, లేదా ఎర్ర కార్పసల్‌లు (పేరు ఏదైనా కానివ్వండి) ఎక్కువకాలం సజీవంగా ఉండవు. బహుశ వాటిలో న్యూక్లియస్ లేకపోవడమే అందుకు కారణం కావచ్చు. పైగా ఇవి కష్టజీవులు. ఊపిరితిత్తులలో ఆక్సిజన్‌ని ఎక్కించుకుని, శరీరం అంతా ప్రయాణించి వివిధ అంగాలకి ఆ ఆక్సిజన్ చేరవేసే పని సామాన్యం కాదు. ఇలాంటి నిర్విరామ కృషి వల్ల 125 రోజుల తరువాత అవి విచ్ఛిన్నం కావటం మొదలుపెడతాయి. అలా శిధిలం అయిపోతున్న ఎర్ర కణాలు శరీరంలో ప్లీహం (spleen) అనే అంగంలో సేకరించ బడతాయి.


శరీరంలో ప్లీహం స్థానం

శరీరంలోని మిగిలిన వ్యర్థ పదార్థాలతో పాటు ఇవి కూడా విసర్జింపబడతాయి. ఇనుము పరమాణువులు మాత్రం మళ్ళీ ఎర్ర కణాలలో వినియోగం కోసం భద్రపరచబడతాయి.

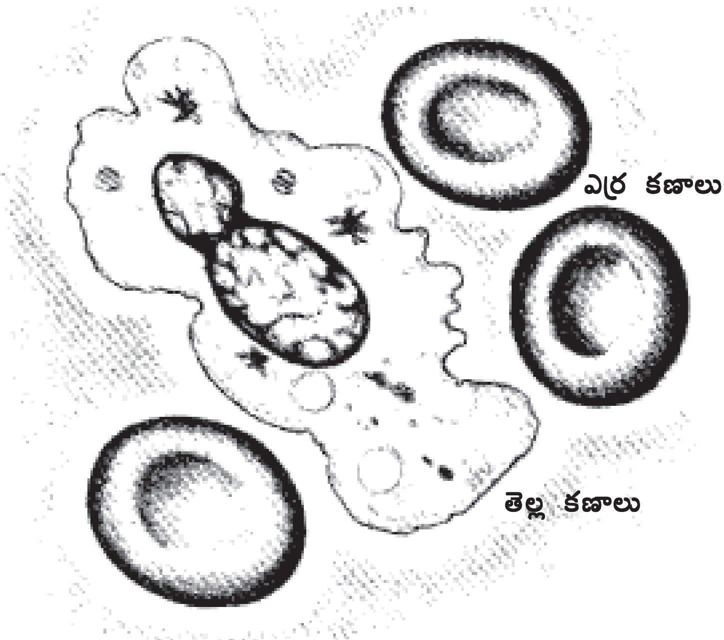
శరీరంలో అనుక్షణం 20 లక్షల ఎర్ర కణాలు విచ్ఛిన్నం అవుతూ ఉంటాయి. కాని ఆ 20 లక్షలతో పోలిస్తే శరీరంలో ఉండే మొత్తం ఎర్ర కణాల సంఖ్య చాలా ఎక్కువ. అయితే ఎంత వేగంతో విచ్ఛిన్నం అవుతుంటాయో అంతే వేగంతో అస్థిమజ్జలో (bone marrow) కొత్త ఎర్ర కణాలు ఉత్పన్నం అవుతుంటాయి. న్యూక్లియస్ ఉండే కణాల నుండి ఈ కొత్త ఎర్ర కణాలు పుడతాయి.

4. తెల్ల కణాలు

రక్తంలో ఉండే అనేక వస్తువులలో ఎర్ర కణాల సంఖ్యే ఎక్కువ. కాని ఎర్ర కణాలు కాకుండా రక్తంలో వేరే అంశాలు కూడా ఉన్నాయి.

1850లో జోసెఫ్ కాసిమిర్ దవాన్ (1812–1882) అనే ఒక ఫ్రెంచ్ వైద్యుడు రక్తంలో ఎర్ర కణాల కన్నా చాలా పెద్దవైన ఇతర కణాలని కనుక్కున్నాడు. అవి పాలిపోయిన రంగులో ఉంటాయి. రూపం కూడా సొట్టలుగా ఉంటుంది. దవాన్ చూసిన కణాలకి అమీబా చలనాన్ని పోలిన చలనం ఉంది. అమీబా అనేది అతి సామాన్యమైన ఏకకణ జీవి. మురికి నీటిని సూక్ష్మదర్శినిలో పరిశీలిస్తే తరచు ఇవి కనిపిస్తాయి. ఒక గోనె సంచిలో కట్టేయబడ్డ మనిషి అటు ఇటు దొర్లటానికి ప్రయత్నిస్తే ఎలా ఉంటుందో అమీబా చలనం కూడా అలాగే ఉంటుంది. అమీబా కదులుతున్న దిశలో ఒక కొస ముందుకి పొడుచుకు వస్తుంది. కణం లోపల ఉండే ద్రవం ఆ కొసలోకి ప్రవహిస్తుంది. అలా పొడుచుకొచ్చిన కొసని ఒక చేయిగానో (కాలిగానో) వాడుకుని అమీబా ముందుకి జరుగుతుంది. ఇప్పుడు మరో కొస పొడుచుకు వస్తుంది. రక్తంలో తెల్ల కణం కదిలే తీరు అచ్చం అమీబా కదిలే తీరులాగానే ఉంది. ఈ కణాలు రక్తంలో అటు ఇటు కదులుతూ చుట్టూ ఉన్న పరాయి పదార్థాన్ని హరిస్తున్నట్లు 1869లో దవాన్ పేర్కొన్నాడు.

ఎర్ర కణాలకి భిన్నంగా ఏదైనా పేరు పెట్టాలని వీటికి తెల్ల కణాలు అని పేరు పెట్టారు. ఈ తెల్ల కణాల్లో హిమోగ్లోబిన్ ఉండదు. ఎలాంటి రంగు పదార్థం ఉండదు. అందుకే అలా వివర్ణంగా ఉంటాయి. కాని ఎర్ర కణాలకి భిన్నంగా ఇవి పూర్ణ కణాలు. తెల్ల కణాల్లో న్యూక్లియస్ ఉంటుంది. కొన్నిసార్లు ఈ న్యూక్లియస్ చాలా పెద్దగా కూడా ఉంటుంది. 1855లో శాస్త్రవేత్తలు వీటిని ల్యూకోసైట్లు అని పిలవటం మొదలుపెట్టారు. గ్రీకు భాషలో ఆ పదానికి తెల్ల కణాలు అని అర్థం.



రక్త కణాలు

ఎర్ర కణాలతో పోలిస్తే తెల్ల కణాల సంఖ్య తక్కువే. ప్రతి 650 ఎర్ర కణాలకి 1 తెల్ల కణమే ఉంటుంది. అందుకే తెల్ల కణాలని కనుక్కోవడానికి అంత ఆలస్యం అయ్యింది. ఎర్ర కణాలతో పోలిస్తే తెల్ల కణాలు తక్కువే అయినా, మొత్తం మనిషి రక్తంలో కోట్లకొద్దీ తెల్ల కణాలు ఉంటాయి.

పందొమ్మిదవ శతాబ్దపు రెండవ భాగంలో పాల్ ఎ హర్లిక్ (1854–1915) అనే ఒక జర్మన్ వైద్యుడు ఉండేవాడు. 1860ల తరువాత రసాయన శాస్త్రవేత్తలు రూపొందించే అద్దకాల మీదకి ఇతని ధ్యాస మళ్ళింది. ఈ అద్దకాలను కణాలలోని పదార్థాలతో సంయోగం జరిపి వాటికి వన్నె తెచ్చే అవకాశం ఉందని ఇతడు గుర్తించాడు. వివిధ అద్దకాలు కణంలో వివిధ పదార్థాలతో కలియవచ్చు. కాబట్టి ఆ విధంగా కణంలో వివిధ అంతరంగ అంశాల గురించి కచ్చితంగా తెలుసుకోవచ్చు. (రంగులు లేకపోతే

కణంలోని అంతరంగాన్ని చూడటం చాలా కష్టం. కణంలో అంశాలన్నీ ఇంచుమించు పారదర్శకంగా ఉంటాయి. నీడల నేపథ్యంలో నీడలని చూస్తున్నట్లు ఉంటుంది.)

ఎహర్లిక్ రక రకాల అద్దకాలని రక రకాల కణాలమీద ప్రయోగించి చూశాడు. 1875 ప్రాంతాల్లో ఇతడు ఆ అద్దకాలని తెల్ల కణాల మీద ప్రయోగించి చూశాడు. తెల్ల కణాలన్నీ ఈ అద్దకాలతో ఒకే విధంగా కలియటం లేదని అతడు గుర్తించాడు. ఆ విధంగా వాటిని పలు వర్గాలుగా విభజించాడు. తెల్ల కణాలలో సామాన్యంగా ఐదు జాతులు ఉంటాయని ప్రస్తుతం మనకి తెలుసు. సామాన్య పరిస్థితుల్లో ఈ ఐదు జాతులూ కచ్చితమైన నిష్పత్తులలో ఉంటాయి. ఈ నిష్పత్తులలో గణనీయమైన మార్పులు వస్తే రోగసూచకం కావచ్చని వైద్యులు హెచ్చరిస్తారు.

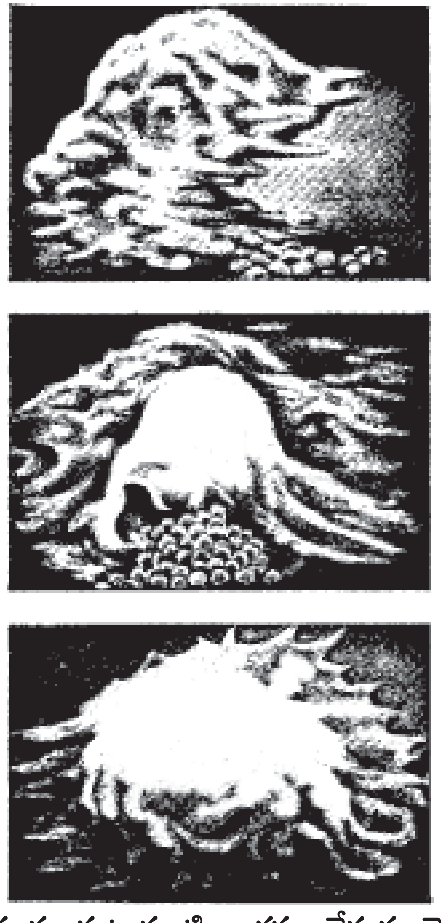
కొన్నిసార్లు అస్తిమజ్జలో ఉండే కణాలు మామూలుగా కన్నా ఎక్కువ తెల్ల కణాలని పుట్టిస్తాయి. అలాంటి పరిస్థితులలో తెల్ల కణాల సంఖ్య మామూలుగా కన్నా 150 రెట్లు ఎక్కువ ఉండొచ్చు. రక్తం ఈ కణాలతో కిక్కిరిసిపోతుంది. అందువల్ల ఇతర కణాల క్రియలు దెబ్బతింటాయి. రక్తం సమర్థత కూడా కొరవడుతుంది. ఈ స్థితినే లుకేమియా అంటారు.

ఇల్యా ఇల్యిచ్ మెక్నికోవ్ (1845–1916) అనే రష్యన్ శాస్త్రవేత్త బాక్టీరియాలని అధ్యయనం చేసేవాడు. ఇవి చాలా చిన్న ఏకకణ జీవాలు. ఇవి అమీబాల కన్నా, ఎర్ర కణాల కన్నా కూడా చిన్నవి. 1860లలో ఫ్రెంచ్ రసాయన శాస్త్రవేత్త లూయీ పాశ్చర్ (1822–1895) ఈ బాక్టీరియాలు శరీరంలోకి ప్రవేశించి, అక్కడ వర్ధిల్లి, రక రకాల రోగాలకి కారణం అవుతాయని నిరూపించాడు.

కాని మన చుట్టూ ఎటు చూసినా – గాల్లో, నీటిలో, మట్టిలో – బాక్టీరియాలు ఉంటాయి. మనకి దెబ్బ తగిలి, చర్మం తెగిన ప్రతిసారీ దానిలో నుంచి బాక్టీరియాలు శరీరంలోకి ప్రవేశిస్తాయి. మరి మనందరం ప్రతి

రోజు ఏదో ఒక రోగం వాతన ఎందుకు పడటం లేదు?

ఈ పరిస్థితిని మెక్నికోవ్ చాలా క్షుణ్ణంగా పరిశీలించాడు. దెబ్బ తగిలిన ప్రతిసారీ ఆ దెబ్బ దగ్గరికి బోలెడన్ని తెల్ల కణాలని రక్తం మోసుకుపోతుంది. దెబ్బ తగిలిన ప్రాంతం వద్ద ఎంత రక్తం పోగవుతుందంటే ఆ ప్రాంతం అంతా ఎర్రగా కందిపోతుంది. నిండుగా పొంగిన రక్తనాళాలలో రక్తం చేసే ఒత్తిడి వల్ల నొప్పి కూడా కలుగుతుంది. పైగా దెబ్బ తగిలిన చోట నొప్పి పుట్టించే కొన్ని పదార్థాలు కూడా వెలువడతాయి.



బాక్టీరియాను చుట్టుముట్టి నాశనం చేస్తున్న తెల్ల కణాలు

శరీరంలోకి ప్రవేశించిన బాక్టీరియా వృద్ధి చెందడాన్ని 'ఇన్‌ఫెక్షన్' అంటారు. మామూలుగా అయితే తెల్ల కణాలు బాక్టీరియాలని హతమార్చి ఇన్ఫెక్షన్ వ్యాపించకుండా చూస్తాయి.

శరీరం మీద జరిగే దాడికి మొట్టమొదటి ఆత్మసంరక్షణా వ్యూహం తెల్ల కణాలు. ఏ క్షణాన అయినా శత్రువుని ఎదుర్కోటానికి సిద్ధంగా ఉండే సిపాయిలు తెల్ల కణాలు. శరీరంలో బాక్టీరియాలు ఎక్కడ చొరబడ్డా తెల్ల కణాలు తక్షణమే అక్కడ హాజరు అవుతాయి.

ఇలా బాక్టీరియాలని భక్షించే తెల్ల కణాలకి ఫాగోసైట్లు (అంటే భక్షక కణాలు అని గ్రీకులో అర్థం) అని పేరు పెట్టాడు మెక్నికోవ్. అలాగే శరీరంలో అనవసరమైన అంశాలని కూడా ఈ తెల్ల కణాలు హరించివేస్తాయి. పాతబడి, ముదిరిపోయిన ఎర్ర కణాలని కొన్ని పెద్ద తెల్ల కణాలు హరిస్తాయి.

తెల్ల కణాల మీద, వైద్యంలో తదితర అంశాల మీద చేసిన కృషికి ఫలితంగా ఎహర్లిక్, మెక్నికోవ్‌లకి 1908లో నోబెల్ బహుమతి ఇచ్చారు.

ఒక గాలిబుడగ పేలినా, టైరు పంచరైనా లోపల ఉన్న గాలంతా బయటికి పోతుంది. అలాగే ఒక వేడినీళ్ళ సంచి పగిలితే లోపల ఉన్న వేడినీళ్ళన్నీ బయటికి కారిపోతాయి. అలాగే శరీరానికి రంధ్రం అయితే అందులోనుంచి రక్తం బయటికి స్రవిస్తుంది కాని అలా నిరవధికంగా జరగదు. గాయం మరీ పెద్దది అయితే తప్ప కాసేపయ్యాక రక్తస్రావం ఆగిపోతుంది. రక్తం గడ్డకట్టుకుంటుంది.

రక్తం గడ్డకట్టే ప్రక్రియ ఇలా జరుగుతుంది...

రక్తంలో ఫైబ్రినోజెన్ అనే ప్రోటీన్ కలిసి ఉంటుంది. వేలు కోసుకుని రక్తం స్రవిస్తున్నప్పుడు ఆ రక్తానికి గాలితో సంపర్కం ఏర్పడుతుంది. ఆ సంపర్కం కారణంగా ఫైబ్రినోజెన్ అణు విన్యాసంలో చిన్న మార్పు జరుగుతుంది. ఆ మార్పు వల్ల ఫైబ్రినోజన్ కాస్తా ఫైబ్రిన్‌గా మారుతుంది. ఫైబ్రిన్ రక్తంలో కరగదు. సన్నటి దారాలుగా ఏర్పడుతుంది. ఆ దారాలలో

ఎర్ర కణాలు చిక్కుకుంటాయి. ఫైబ్రిన్ దారాలలో ఉండలుగా చిక్కుకున్న ఎర్ర కణాలు ఎండిన పొరలా ఏర్పడి బయటికి స్రవిస్తున్న రక్తానికి అడ్డుపడతాయి. చర్మం తిరిగి ఏర్పడి, గాయం నయం అయ్యేంతవరకు ఎండినపొర అలాగే ఉండిపోతుంది.

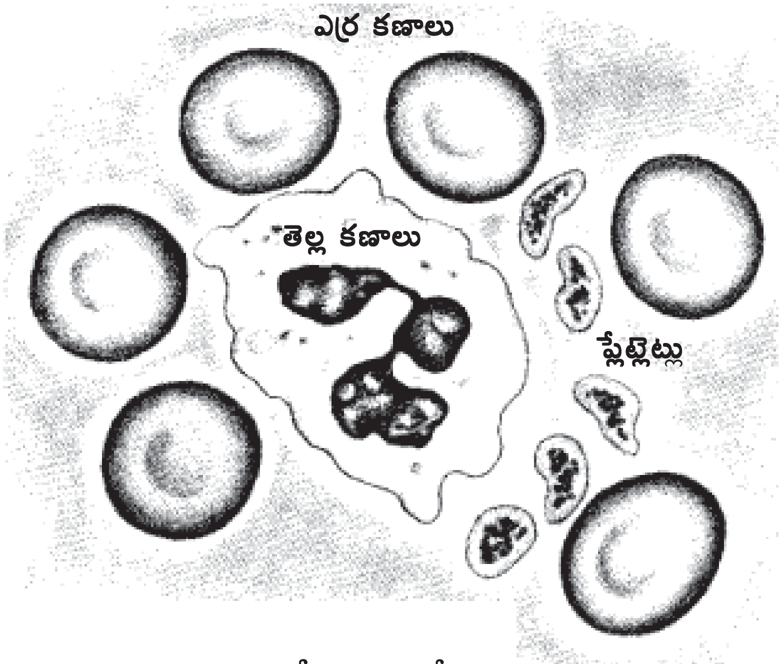
కేవలం రక్తస్రావం జరిగినప్పుడే ఇలా ఎందుకు జరుగుతుందని రక్తం గడ్డకట్టుకునే ప్రక్రియని అధ్యయనం చేస్తున్న శాస్త్రవేత్తలు ప్రశ్నించుకోసాగారు. మామూలుగా శరీరంలోని రక్తనాళాలలో రక్తం ప్రవహిస్తున్నప్పుడు అలా ఎందుకు జరగదు?

(నిజం చెప్పాలంటే శరీరంలో కూడా అలా కొన్నిసార్లు జరుగుతుంది. కాని అది అరుదుగా జరుగుతుంది. రక్తప్రవాహంలో రక్తపుగడ్డ ఏర్పడవచ్చు. ఆ రక్తపుగడ్డలు చిన్న చిన్న రక్తనాళాలకి అడ్డం పడి ఆ నాళాలలో రక్తప్రవాహాన్ని ఆపేస్తాయి. అలాంటి పరిణామం వల్ల గుండెపోటు వచ్చే ప్రమాదం కూడా ఉంది. కాని రక్తం గడ్డకట్టే ప్రక్రియ ఎప్పుడోగాని గతి తప్పదు. కాబట్టి ఆ విషయమై భయపడాల్సిన పనిలేదు. ముఖ్యంగా యవ్వనంలో, శారీరక యంత్రాంగం అంతా సజావుగా పనిచేస్తున్నప్పుడు అసలు ఇబ్బందే ఉండదు.)

అసలు రక్తం ఎలా గడ్డకట్టుకుంటుంది అన్న విషయంలో ఆల్ఫ్రెడ్ డోన్ (1801-1878) అనే ఫ్రెంచ్ శాస్త్రవేత్త కొంత పురోగతి సాధించాడు. రక్తంలో తేలాడే ఒక కొత్త వస్తువు ఈ పెద్దమనిషి కంటబడింది.

1882లో ఇటాలియన్ వైద్యుడు జిలియో సారే బిట్సోత్సెరో ఆ వస్తువు రక్తంలో సహజంగా ఉంటుందని కనుక్కున్నాడు. పైగా ఆ వస్తువుకి గడ్డకట్టడానికి ఏదో సంబంధం ఉన్నట్లు అనిపించింది. చిన్న చిన్న పళ్ళేలలా (ప్లేట్లలా) ఉంటాయి కాబట్టి వీటికి ప్లేట్లెట్‌లు అని పేరు పెట్టాడు. (నిజానికి అవి ముఖాముఖాలు చూసుకుంటున్న రెండు ప్లేట్లలా ఉంటాయి!) తరువాత వీటికే థ్రోంబోసైట్లు (గ్రీకులో గడ్డకట్టే కణాలు అని అర్థం) అని కూడా పేరు పెట్టారు.

ఈ ప్లేట్లెట్లు ఎర్ర కణాల కన్నా కూడా చిన్నవి. రెండు ప్లేట్లెట్లని పక్క పక్కన పెడితే ఒక ఎర్ర కణం అంత వెడల్పు ఉంటాయి. ఎనిమిది ప్లేట్లెట్ల బరువు ఒక ఎర్ర కణం అంత ఉంటుంది.



రక్తంలో కణాలు, ప్లేట్లెట్లు

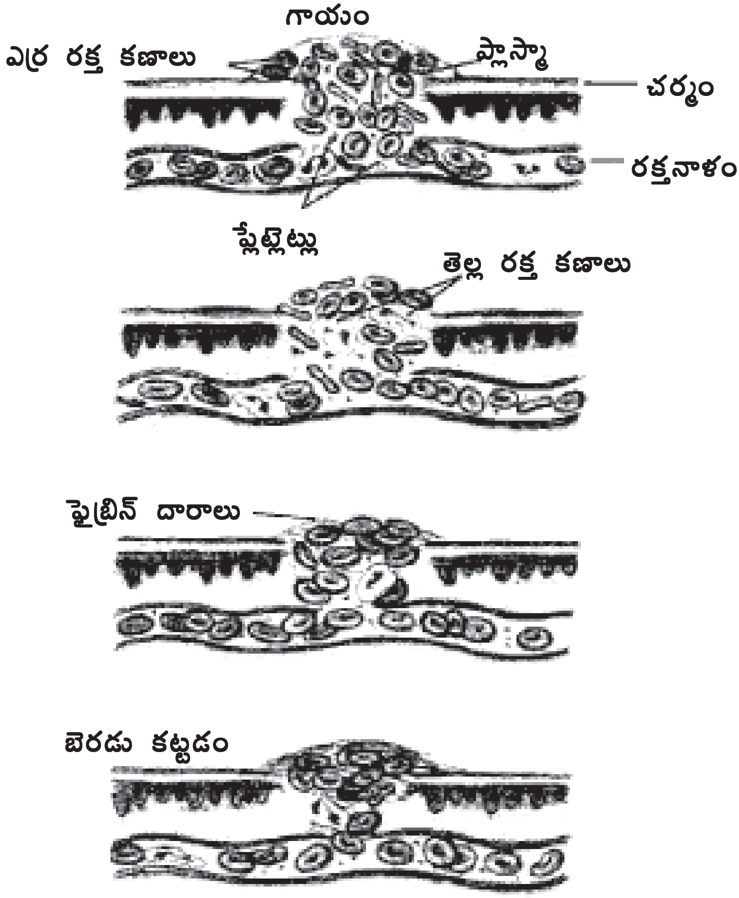
తెల్ల కణాల కన్నా ప్లేట్లెట్ల సంఖ్య ఎక్కువ. రక్తంలో ప్రతి తెల్ల కణానికి 35 ప్లేట్లెట్లు ఉంటాయి. కాని వాటి సంఖ్య ఎర్ర కణాల అంత ఎక్కువ కాదు. ఇరవై ఎర్ర కణాలకి ఒక ప్లేట్లెట్ మాత్రమే ఉంటుంది.

ఎర్ర కణాల లాగానే ప్లేట్లెట్లు నిజంగా కణాలు కావు. వీటిలోనూ న్యూక్లియస్‌లు ఉండవు. పైగా ఇవి ఎర్ర కణాల కన్నా పెళుసుగా ఉంటాయి. వాటి ఆయుర్దాయం 9 రోజులు మాత్రమే. ఆ తరువాత అవి విచ్ఛిన్నమై హరించుకుపోతాయి. అలాగే కొత్త కణాలు నిరంతరం పుట్టుకొస్తూ ఉంటాయి.

రక్త ప్రవాహంలో కొట్టుకుపోతున్నంతసేపు ప్లేట్లెట్లు సుస్థిరంగానే ఉంటాయి. కాని రక్తస్రావం జరిగి గాలి సోకగానే ప్లేట్లెట్‌లు పగిలిపోవటం మొదలుపెడతాయి.

అలా పగిలే ప్లేట్లెట్‌లు రక్తంలోకి ఒక ప్రత్యేక పదార్థాన్ని వెలువరిస్తాయి. ఆ పదార్థం ఒక సుదీర్ఘ రసాయన చర్యల క్రమానికి కారణం అవుతుంది. ఆ చర్యల వల్ల ఫైబ్రినోజెన్ ఫైబ్రిన్‌గా మారుతుంది. రక్తం గడ్డ కడుతుంది.

రక్తం గడ్డకట్టడానికి అంత సుదీర్ఘమైన రసాయన చర్యలతో పనేముంది



రక్తం గడ్డ కట్టడం

అని మీరు అడగవచ్చు.

రక్తం గడ్డ కట్టడం అనేది చాలా సునిశితమైన ప్రక్రియ. రక్తనాళాలలో ఉన్నప్పుడు రక్తం గడ్డ కట్టకూడదు. రక్త ప్రవాహంలో కొట్టుకుపోతున్న ప్లేట్లెట్‌లు నాళాల గోడలతో, ఇరుగుపొరుగు ఎర్ర కణాలతో పదే పదే ఢీకొంటూ ఉంటాయి. ఆ తాకిళ్ళ వల్ల ప్లేట్లెట్‌లు పగిలే అవకాశం ఉంది. కాబట్టి శరీరం లోపల ఉండగా ఎలాంటి మార్పులైతే జరగవో అలాంటి మార్పుల మీద రక్తం గడ్డ కట్టడం ఆధారపడాలి. అంటే రక్తం మరీ తేలికగా గడ్డ కట్టకూడదు అన్నమాట.

మరో కోణం నుండి చూస్తే రక్తం గడ్డకట్టే విధానం చాలా సంక్లిష్టమైనదనే చెప్పాలి. కొంతమంది జన్మతః రక్తం గడ్డ కట్టటానికి అవసరమైన కొన్ని ముఖ్యమైన పదార్థాలు లేకుండా పుడతారు. అలాంటి వాళ్ళలో రక్తం తేలికగా గడ్డకట్టదు. కొన్నిసార్లు అసలు గడ్డకట్టనే కట్టదు. చిన్న దెబ్బ తగిలినా రక్తం స్రవిస్తూనే ఉంటుంది. అలాంటప్పుడు రక్త నష్టం వల్ల ప్రాణాపాయం కూడా ఉంటుంది.

ఇలాంటి పరిస్థితినే హీమోఫీలియా అంటారు.

5. ప్లాస్మా

రక్తంలో "రూపం గల" అంశాలు ఈ ఎర్ర కణాలు, తెల్ల కణాలు, ప్లేట్లెట్లే. అంటే వీటికొక నిర్దిష్ట రూపం, పరిమాణం ఉంటాయన్నమాట.

రక్తంలోని ఈ రూపంగల అంశాలన్నీ తొలగిస్తే? దీనికి ఒక సరళమైన పద్ధతి ఉంది. ఒక పాత్రలో రక్తాన్ని తీసుకుని పాత్రని అధిక వేగంతో గిర్రున తిప్పాలి. ఒక వస్తువుని గిర్రున తిప్పినప్పుడు అది కేంద్రం నుండి దూరంగా నెట్టబడుతుంది. ఉదాహరణకి ఒక రబ్బరు తాడుకి చివర ఒక బంతిని కట్టి తాడుని గాలిలో తిప్పితే వేగం పెరుగుతున్నకొద్దీ బంతి మన నుండి దూరంగా జరిగిపోతుంది. వేగం మరీ ఎక్కువ అయితే తాడు తెగుతుంది.

అలాగే రక్తం ఉన్న పాత్రని తిప్పినప్పుడు అందులో రూపంగల అంశాలన్నీ పాత్ర అడుక్కి చేరతాయి. చివరికి ఈ అంశాలన్నీ పాత్ర అడుగున ఒక గడ్డలా ఏర్పడతాయి. వాటి పైభాగంలో వివర్ణమైన ద్రవం మాత్రం కనిపిస్తుంది. అడుగున ఉన్న గడ్డని కదిలించకుండా పైనున్న ద్రవాన్ని మాత్రమే ఒంపేయవచ్చు.

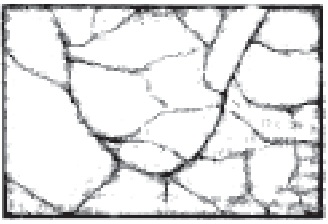
రక్తంలో రూపంగల అంశాల శాతం 45. అంటే ఇంచుమించు సగభాగం అన్నమాట. ద్రవ్యభాగం శాతం 55. ద్రవ్యరూపంలో ఉండే అంశాన్నే ప్లాస్మా అంటారు. గ్రీకులో ఆ మాటకి రూపం లేనిది అని అర్థం.

ఈ ప్లాస్మా వల్లనే రక్తం ద్రవంలా ప్రవర్తిస్తుంది. రక్తంలో కేవలం రూపంగల అంశాలు మాత్రమే ఉంటే వాటిని కదిలించటం కష్టం, అసాధ్యం కూడా. గుండె వాటిని పంపు చెయ్యలేదు. ఆక్సిజన్‌ని మోస్తున్న ఎర్ర కణాలు ప్లాస్మాలో కొట్టుకుపోతూ శరీరం అంతా ప్రయాణిస్తాయి. తెల్ల కణాలు ప్లాస్మాలో కొట్టుకుపోతూ శరీరంలో ఎక్కడ బాక్టీరియా ఉంటే అక్కడికి చేరతాయి. ప్లేట్లెట్‌లు కూడా రక్తస్రావం జరిగే చోటికి ప్లాస్మా వల్లనే చేరుకుంటాయి.

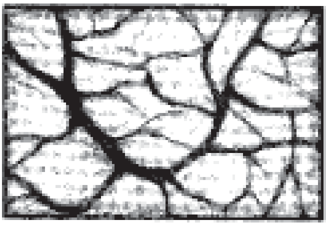
ఇవి కాకుండా అసలు ప్లాస్మాకే శరీరంలో ఎన్నో ముఖ్యమైన బాధ్యతలు ఉన్నాయి. ఉదాహరణకి కాలేయంలోని కణాలలో ఎన్నో రసాయన చర్యలు జరుగుతుంటాయి. వాటి వల్ల ఎంతో వేడి పుడుతుంది. ఆ వేడి అక్కడే ఉండిపోతే కాలేయంలో కణాలు దెబ్బతింటాయి. ఇందుకు భిన్నంగా చర్మంలో ఉండే కణాలకి గాలి సోకుతూ ఉంటుంది కాబట్టి అవి వేడిమిని కోల్పోతూ ఉంటాయి. అది అలాగే నిరంతరాయంగా జరిగితే చర్మ కణాలలో వేడి నష్టం కావటం వల్ల, కణాలు చల్లబడి చచ్చిపోయే అవకాశం ఉంది.

ప్లాస్మా కాలేయంలోని వేడిమిని తొలగిస్తుంది. అలాగే ప్లాస్మా చర్మంలోకి వేడిని చొప్పిస్తుంది కాబట్టి చర్మం వెచ్చగా ఉంటుంది. ఈ విధంగా ప్లాస్మా వల్ల శరీరంలో వేడిమి సమంగా ఉంటుంది. శరీరాంగాల వేడిమిలో విపరీతమైన మార్పులు రాకుండా కాపాడుతుంది.

బయట వాతావరణం వేడిగా ఉన్నప్పుడు చర్మంలో చిన్న చిన్న రక్తనాళాలన్నీ వ్యాకోచిస్తాయి. కాబట్టి చర్మంలోకి మరింత రక్తం ప్రవేశిస్తుంది. ఆ రక్తంలోని వేడి చర్మంలోంచి బయటికి పోతుంది. అందువల్ల శరీరం చల్లగా ఉంటుంది. అదే బయట వాతావరణం చల్లగా ఉన్నప్పుడు చర్మంలోని రక్తనాళాలు సంకోచిస్తాయి. అంటే అక్కడికి ఎక్కువ రక్తం రాదు. కాబట్టి వేడి శరీరంలోనే భద్రపరచబడుతుంది. శరీరం వెచ్చగా ఉంటుంది. అందుకే వాతావరణం వేడిగా ఉన్నప్పుడు చర్మం కందినట్లు కనిపిస్తుంది. బయట



చర్మంలో రక్తనాళాలు సంకోచించాయి



రక్తనాళాలు వ్యాకోచించాయి

ఉష్ణోగ్రత నియంత్రణ

చలిగా ఉన్నప్పుడు చర్మం పాలిపోయినట్లు కనిపిస్తుంది.

ప్లాస్మాలో వట్టి నీరు మాత్రమే ఉన్నా కూడా ఉష్ణోగ్రతలో ఈ మార్పులు అన్నీ సాధ్యం అవుతాయి. కాని ప్లాస్మాలో 92 శాతం మాత్రమే నీరు ఉంటుంది. తక్కిన 8 శాతం ప్లాస్మాలో కరిగిన వివిధ రకాల పదార్థాలు ఉంటాయి. శరీరంలో పరిస్థితులు సమతౌల్యంగా ఉండేందుకు ఈ పదార్థాలు ఎంతో అవసరం.

ఉదాహరణకి శరీరంలో జరిగే కొన్ని రసాయన చర్యలు ఆమ్లాలని పుట్టించేవిగా ఉంటాయి. మరి కొన్ని చర్యలు క్షారాలని పుట్టించేవిగా ఉంటాయి. దేహ ధాతువులలో ఆమ్లం పాలు గాని, క్షారం పాలు గాని మరీ ఎక్కువ అయితే కణాలు చచ్చిపోతాయి. అటూ ఇటూ గాని "తటస్థ" పరిస్థితులే కణాల మనుగడకి అనుకూలంగా ఉంటాయి.

ప్లాస్మాలో ఆమ్లాలతో, క్షారాలతో కలిసి చర్య జరిపే రసాయనాలు ఉంటాయి. ఆ విధంగా పరిసరాలని తటస్థంగా ఉంచడంలో ప్లాస్మా దోహదం చేస్తుంది.

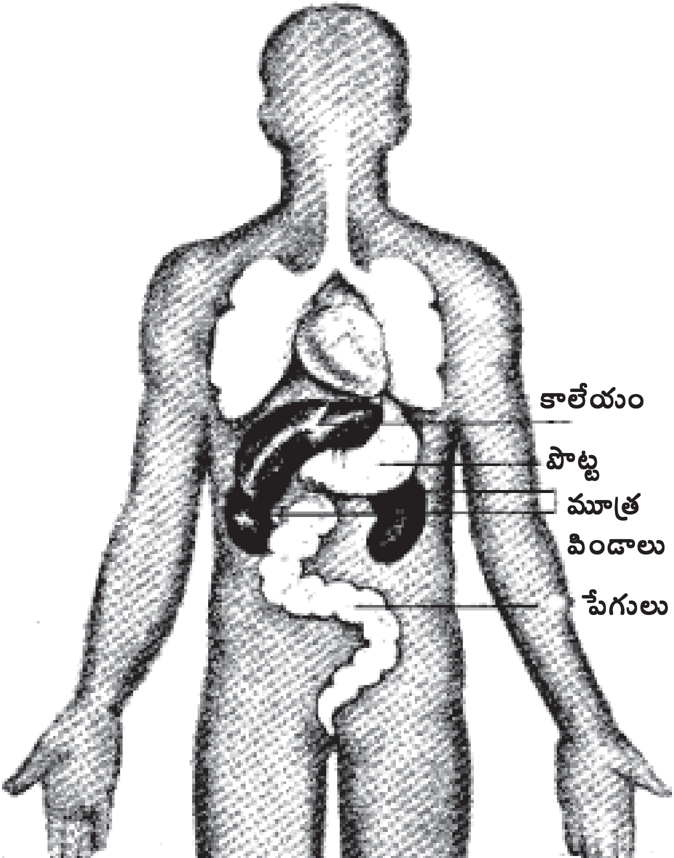
అతి సూక్ష్మమైన రక్తనాళాల్లో నీరు, తదితర పదార్థాలు నాళాలలో నుంచి బయటికి, బయటి నుంచి లోపలికి మారే ప్రక్రియలని కూడా ప్లాస్మాలోని రసాయనాలు నియంత్రిస్తాయి.

శరీరానికి అవసరమైన పదార్థాలని ప్లాస్మా దేహాంగాలకి సరఫరా చేస్తుంది. ఎర్ర కణాలు తెచ్చే ఆక్సిజన్ ఒక్కటే దేహాంగాలకి సరిపోదు. ఆక్సిజన్ కలిసి శక్తి పుట్టే కొన్ని పదార్థాలు కూడా దేహానికి కావాలి. ఆ పదార్థాలు మనకి ఆహారం ద్వారా వస్తాయి.

మనం తినే ఆహారం కడుపులో, పేగులలో జీర్ణమవుతుంది. సంక్లిష్టమైన అణువులు పేగులలో ఛేదించబడి, పేగుల గోడలలోకి గ్రహించబడి, ప్లాస్మాలోకి ప్రవేశిస్తాయి. శరీరం ఈ చిన్న చిన్న అణువులని కలిపి, మరింత సంక్లిష్టమైన అణువులుగా కూర్చి పిండి పదార్థంగానో, కొవ్వుగానో మార్చి భవిష్యత్

అవసరాల కోసం దాచుకుంటుంది. ఇతర సరళమైన అణువులు కలిసి శరీరానికి అవసరమైన ప్రోటీన్ అణువులుగా మారతాయి.

ప్లాస్మాలో మరి కొన్ని చిన్న అణువులు కూడా ప్రసరణ అవుతూ ఉంటాయి. ఇవి శరీర తక్షణ అవసరాలకి పనికొస్తాయి. అలాంటి వాటిలో గ్లూకోస్ అనే చక్కెర అణువు ఒకటి. రక్తంలో గ్లూకోస్‌ని మొట్టమొదట 1844లో కార్ల్ ష్మిట్ (1822–1894) అనే జర్మన్ రసాయన శాస్త్రవేత్త కనుక్కున్నాడు.



శరీరంలోని ప్రధాన అంగాలు

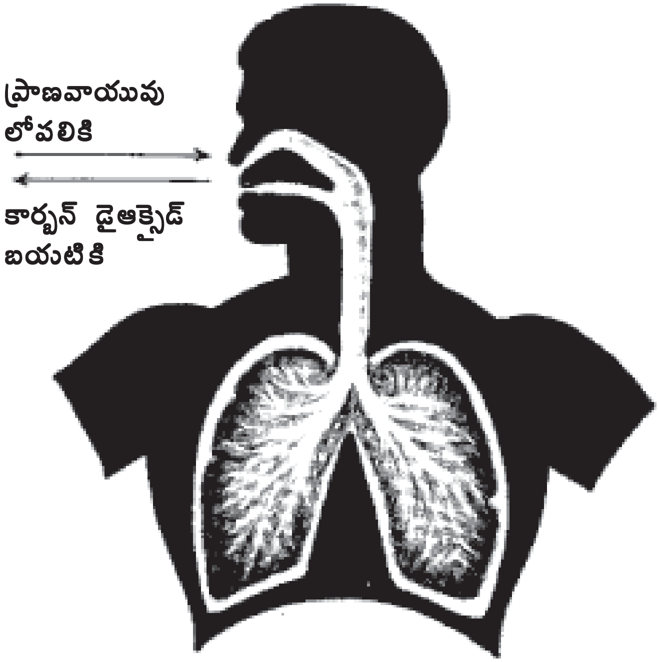
దేహకణాలు ప్లాస్మాలోని గ్లూకోస్‌ని లోనికి గ్రహిస్తాయి. దాన్ని ఆక్సిజన్‌తో కలిపి శక్తిని పుట్టించి ఆ శక్తిని తమ నిత్యావసర క్రియలకి వాడుకుంటాయి. ఇక మెదడు కణాల విషయానికి వస్తే గ్లూకోస్‌ని కేవలం ఈ ప్రయోజనానికే వాడుకుంటాయి. ప్లాస్మాలో ఉండే కొవ్వు ఆమ్లాలు కూడా ఆక్సిజన్‌తో కలుస్తాయి. అలా పుట్టే శక్తి గ్లూకోస్ నుండి పుట్టిన శక్తి కన్నా మరింత ఎక్కువగా ఉంటుంది. కండరాలు అలా పుట్టిన శక్తిని ముఖ్యంగా వాడుకుంటాయి.

కాబట్టి ఎర్ర కణాలు ఆక్సిజన్‌ని మోసుకుపోతాయి. ప్లాస్మా గ్లూకోస్‌ని, కొవ్వు ఆమ్లాలని మోసుకుపోతుంది. ఆ విధంగా శరీరానికి అవసరమైన శక్తి సరఫరా అవుతుంది. ఒక పక్క ప్లాస్మాలో ఉన్న గ్లూకోస్‌ని, కొవ్వు ఆమ్లాలని శరీర కణాలు హరిస్తూ ఉంటే, మరో పక్క ఆహారంలో నుంచి ఈ పదార్థాలు వచ్చి రక్తంలో భర్తీ అవుతుంటాయి. లేదా శరీరంలో కొవ్వు రూపంలో, పిండి పదార్థం రూపంలో భద్రపరచి ఉన్న శక్తిని కూడా శరీరం వాడుకోగలదు. అందుకే మనకి ఆహారం తగ్గితే బరువు తగ్గుతుంది. శరీరంలో కొవ్వు రూపంలో, పిండి పదార్థపు రూపంలో నిద్రాణమై ఉన్న శక్తిని శరీరం వాడుకోవటం మొదలుపెట్టడంతో శరీర బరువు తగ్గుతుంది. అలాగే ఆహారం ఎక్కువైతే ఒంట్లో కొవ్వు పెరుగుతుంది. ఒళ్ళు బరువు పెరుగుతుంది.

శరీరం ఎన్నో వ్యర్థాలని కూడా ఉత్పన్నం చేస్తుంది. ఆక్సిజన్ గ్లూకోస్‌తోను, కొవ్వు ఆమ్లాలతోను కలిసినప్పుడు పుట్టే పదార్థాలలో కార్బన్ డైఆక్సైడ్ (బొగ్గుపులుసు వాయువు) ఒకటి. శరీరానికి కార్బన్ డైఆక్సైడ్‌తో పని లేదు. శరీరంలో దాని మోతాదు పెరిగిందంటే శరీరంలో ఆమ్ల శాతం పెరిగి ప్రాణహాని కూడా కలిగే ప్రమాదం ఉంది.

అదృష్టవశాత్తు కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ ప్లాస్మాలో కరుగుతుంది. రక్తం ఊపిరితిత్తుల ద్వారా ప్రవహిస్తున్నప్పుడు ఎర్ర కణాలు ఆక్సిజన్‌ని లోనికి గ్రహిస్తాయి. అదే సమయంలో ప్లాస్మాలో ఉన్న కార్బన్ డైఆక్సైడ్

ఊపిరితిత్తులలోకి పోయి అక్కడినుంచి ఊపిరి ద్వారా బయటికి



వాయువుల మార్పిడి

నిశ్వసించబడుతుంది. మనం ఊపిరి తీసుకుంటున్నప్పుడు లోనికి తీసుకునే గాలిలో 80 శాతం నైట్రోజన్, 20 శాతం ఆక్సిజన్ ఉంటాయి. బయటికి విడిచే గాలిలో 80 శాతం నైట్రోజన్, 4 శాతం కార్బన్ డైఆక్సైడ్, 16 శాతం ఆక్సిజన్ ఉంటాయి.

అదే విధంగా కొన్ని ప్రత్యేకమైన ప్రోటీన్ అణువులు ఇక శరీరానికి అక్కర్లేనప్పుడు అవి చిన్న చిన్న యూరియా అణువులుగా బద్దలు కొట్టబడతాయి. ఈ సత్యాన్ని 1842లో ఫ్రీడ్రిక్ హైన్రిక్ బిడ్డర్ (1810–1894) అనే రష్యన్ రసాయన శాస్త్రవేత్త నిరూపించాడు.

యూరియా అలాగే శరీరంలో ఉండిపోతే చావు తప్పదు. కాని అది కూడా ప్లాస్మాలో కరిగి ప్లాస్మా ద్వారా మూత్రపిండాలని చేరుతుంది.

మూత్రపిండాలలోని వ్యవస్థ ఆ పదార్థానికి జల్లెడ పట్టి వ్యర్థాలని మాత్రం బయటికి వదులుతుంది. ఆ విధంగా యూరియా మూత్ర రూపంలో శరీరం నుంచి బయటికి పోతుంది.

అంటే శరీరానికి అవసరమైన పదార్థాలని ప్లాస్మా సరఫరా చెయ్యటమే కాదు, అవసరం లేని పదార్థాలని, వ్యర్థాలని బయటికి విసర్జిస్తుంది కూడా.

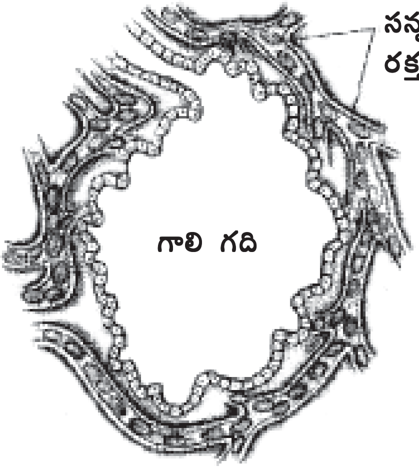
ఇకపోతే దేహంలో కొన్ని అంగాల్లో హార్మోన్లు అనే కొన్ని ప్రత్యేక పదార్థాలు ఉత్పత్తి అవుతాయి. వీటిని మొట్టమొదట 1902లో విలియమ్ మాడాక్ బేలిస్ (1860- 1924), ఎర్నెస్ట్ హెన్రీ స్టార్లింగ్ (1866-1927) అనే ఇద్దరు బ్రిటిష్ శాస్త్రవేత్తలు కనుక్కున్నారు. చిన్న చిన్న మోతాదుల్లో వెలువడే ఈ హార్మోన్లు శరీరంలో ఎన్నో క్రియలని శాసిస్తాయి. అవి కూడా ప్లాస్మా నదిలో ప్రయాణిస్తూ శరీరంలో ఎక్కడికి కావాలంటే అక్కడికి చేరుకుంటాయి.

ఉదాహరణకి శరీరంలో చాలా ముఖ్యమైన హార్మోన్ అయిన ఇన్సులిన్‌ని తీసుకుందాం. కణాలలో గ్లూకోస్ ఎలా వినియోగించబడుతుందో ఈ హార్మోన్ శాసిస్తుంది. ఆ విధంగా ప్లాస్మాలో గ్లూకోస్ సాంద్రత నిర్దిష్ట స్థాయిలో ఉండేలా ఇన్సులిన్ నియంత్రిస్తుంది. ఇన్సులిన్ సక్రమంగా ఉత్పత్తి కాకపోతే డయాబిటిస్ అనే దారుణమైన వ్యాధి (చక్కెర వ్యాధి) సంక్రమిస్తుంది. ఈ వ్యాధిలో ప్లాస్మాలో గ్లూకోస్ స్థాయి విపరీతంగా ఎక్కువ అవుతుంది.

సంపూర్ణ వైద్య పరీక్షలో భాగంగా రక్తపరీక్ష కూడా తప్పకుండా ఉంటుంది. రక్తంలో ఉండాల్సిన పదార్థాలు ఉండాల్సిన మోతాదుల్లో ఉన్నాయా లేదా, వివిధ రూపం గల అంశాలు ఉండాల్సిన సంఖ్యలో ఉన్నాయా లేదా వంటివన్నీ పరీక్షిస్తారు. గ్లూకోస్ మరీ ఎక్కువగా ఉందంటే డయాబిటిస్ ఉందని అర్థం. కొలెస్టరాల్ అనే కొవ్వు పదార్థం మరీ ఎక్కువ అయితే గుండెపోటు వచ్చే ప్రమాదం ఉంటుంది.

ప్లాస్మాలో కరిగిన పదార్థాలలో సగం పైగా ప్రోటీన్లే ఉంటాయి. వీటిలో

ఒకటి ఫైబ్రినోజెన్. ఇది ప్లాస్మాలోనే ఉండేలా చెయ్యటానికి అది ఫైబ్రిన్‌గా మారకుండా ఉండేలా అరికట్టగలిగే ఒక రసాయనాన్ని కలపాలి లేదా దాన్ని ఫైబ్రిన్‌గా మారనిచ్చి అప్పుడు ఫైబ్రిన్‌ని తొలగించేయవచ్చు. ఫైబ్రినోజెన్ లేని ప్లాస్మానే సీరమ్ అంటారు.



ఊపిరితిత్తుల్లో గాలి గదులు

ఇక తక్కిన ప్రోటీన్లు ఎన్నో రకాలుగా వస్తాయి. అదృష్టవశాత్తు ఆర్నే విల్హెల్మ్ టిసేలియస్ (1902–1971) అనే స్వీడిష్ రసాయన శాస్త్రవేత్త ఒకే విధమైన ప్రోటీన్లని వేరు చేయగల "ఎలెక్ట్రోఫోరెసిస్" అనే ఒక విధానాన్ని 1937లో రూపొందించాడు. 1948లో ఇతడికి నోబెల్ బహుమతి లభించింది.

ఈ ప్రోటీన్లు ఆల్బ్యుమిన్లు, గ్లాబ్యులిన్‌లు అని రెండు జాతులకి చెందినవై ఉంటాయి. రెండవ జాతి ప్రోటీన్లని ఇంకా ఆల్ఫా–గ్లాబ్యులిన్‌లు గాను, బీటా–గ్లాబ్యులిన్‌లు గాను, గామా–గ్లాబ్యులిన్‌లు గాను వర్గీకరిస్తారు. ఈ ఆల్ఫా, బీటా, గామాలు మొట్టమొదటి మూడు గ్రీకు అక్షరాలు.

ఈ ప్రోటీన్లలో కొన్ని శరీరానికి చాలా చిన్న చిన్న మోతాదుల్లో

అవసరమైన పదార్థాలతో కలుస్తాయి. ఉదాహరణకి కొన్ని రకాల కొవ్వు పదార్థాలు, ఇనుము పరమాణువులు, రాగి పరమాణువులు మొదలైనవి. ఈ పదార్థాలని శరీరంలో వివిధ ప్రాంతాలకి ప్రోటీన్లు మోసుకుపోతాయి.

గామా గ్లాబ్యులిన్లకి శరీరంలోకి ప్రవేశించే పరాయి అణువులతో – అంటే ఉదాహరణకి వైరస్‌లతో, బాక్టీరియాలు పుట్టించే విష పదార్థాలతో, లేదా ఇతర హానికరమైన పదార్థాలతో – కలిసే సామర్థ్యం ఉంటుంది. వాటితో కలిసి గామా గ్లాబ్యులిన్లు వాటిని తటస్థీకరిస్తాయి (నిర్వీర్యం చేస్తాయి). ఈ విధంగా పనిచేసే గామా గ్లాబ్యులిన్లని యాంటీబాడీలు అంటారు.

బాగా పనికొచ్చే యాంటీబాడీల సరఫరా సమృద్ధిగా ఉండేట్లు శరీరం చేసుకుంటుంది. ఉదాహరణకి మీకు ఆటలమ్మ (చికెన్ పాక్స్) గాని, పొంగు (మీసిల్స్) గాని, గవద బిళ్ళలు (మంప్స్) గాని వచ్చినప్పుడు, ఆయా వ్యాధులకి చెందిన క్రిములతో పోరాడి నాశనం చెయ్యటానికి అవసరమైన యాంటీబాడీలని శరీరం ఉత్పత్తి చేస్తుంది. ఒకసారి పుట్టిన యాంటీబాడీలు దీర్ఘకాలం ఉంటాయి. అందువల్ల మరోసారి ఆ వ్యాధి సోకదు. అంటే మనలో ఆ వ్యాధి పట్ల రోగనిరోధకత (immunity) ఏర్పడింది అన్నమాట.

ఆ విధంగా గామా గ్లాబ్యులిన్లు మనను రోగాల నుండి కాపాడే రోగనిరోధక వ్యవస్థలో ఒక ముఖ్య పాత్ర ధరిస్తాయి.

మరి రక్తం మనకి ఎన్ని రకాలుగా ఉపయోగపడుతుంది అంటే ‘రక్తమే జీవం’ అని భావించిన ప్రాచీనులని మనం తప్పు పట్టలేం. ఒక విధంగా అది ఇంచుమించు నిజమనే అనుకోవాలి.