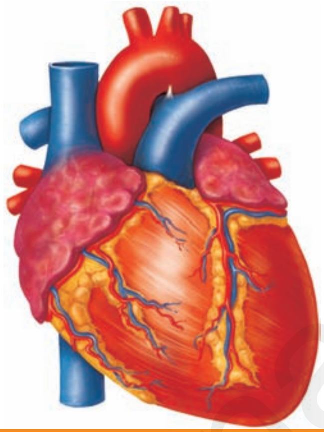
పాఠం

3



ప్రసరణ

శరీరం పెరుగుదల నిర్వహణల కోసం అన్ని జీవులకు పోషకాలు, వాయువులు మరియు ద్రవపదార్థాలు మొదలైనవి అవసరం. జీవులన్నింటిలోనూ అవి ఏకకణజీవులైనా, బహుకణజీవులైనా శరీరంలోని అన్ని భాగాలకూ ఈ పదార్థాలను చేర్చవలసిందే.

ఏకకణ జీవులలో ఈ పదార్థాలను ఎక్కువ దూరం రవాణా చేయవలసిన అవసరం లేదు. భూమిపై నివసించే వృక్షాల వంటి బహుకణ జీవులలో 100 మీ. దూరం వరకు పదార్థాలను రవాణా చేయవలసి వస్తుంది.

అమీబా, హైడ్రా వంటి జీవులలో పదార్థాలన్నీ వ్యాపనం (Diffusion) ద్రవాభిసరణ (Osmosis) వంటి సరళమైన పద్ధతుల ద్వారా రవాణా జరుగుతుంది.

ట్రిలియన్ల సంఖ్యలో కణాలు కలిగిన ఉన్నతస్థాయి జీవులు వ్యాపనం, ద్రవాభిసరణ వంటి పద్ధతుల ద్వారా ఎక్కువ పరిమాణంలో పదార్థాలు రవాణా చేయడానికి ఎక్కువ సమయం అవసరమవుతుంది.

ఈ అనవసరపు ఆలస్యాన్ని నివారించడానికి జీవులన్నింటికి ప్రత్యేకమైన వేగవంతమైన సమర్థవంతమైన వ్యవస్థ యొక్క అవసరం ఏర్పడింది. కాబట్టి జీవులు ఒక ప్రత్యేక వ్యవస్థను ఏర్పరుచుకున్నాయి. ఈ వ్యవస్థనే 'ప్రసరణ వ్యవస్థ' (Circulatory system) అంటారు.

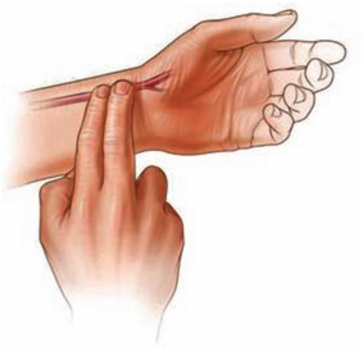
మనం ఘనపదార్థాలను తింటాం. ద్రవపదార్థాలను తాగుతాం. వాయువులను శ్వాసిస్తాం. ఈ ఘన, ద్రవ మరియు వాయు పదార్థాలన్నింటిని ఒకే వ్యవస్థ ద్వారా రవాణా చేయడం సాధ్యమవుతుందని మీరు భావిస్తున్నారా?

మన శరీరంలో ప్రసరణ ఏవిధంగా జరుగుతుందో అధ్యయనం చేద్దాం.

డాక్టరుగారు రోగి చెయ్యి పట్టుకుని, తన చేతి గడియారంలోకి ఒక నిమిషం సేపు చూడటం మీరు గమనించే ఉంటారు. డాక్టరు రోగి చేతి నుండి తన గడియారం నుండి ఏం తెలుసుకోవటానికి ప్రయత్నిస్తున్నాడు? చెయ్యి పట్టుకుని గుండె ఎన్నిసార్లు స్పందిస్తుందో

తెలుసుకుంటాడని చెబితే మనకు ఆశ్చర్యం కలగవచ్చు. హృదయస్పందనను చెయ్యిపట్టుకొని లెక్కవేయాలని ప్రయత్నించటం ఏమిటని కూడా అనిపించవచ్చు.

కృత్యం-1



పటం-1: నాడీ స్పందన

బొమ్మలో చూపిన విధంగా మీ చూపుడు వేలు, మధ్య వేళ్ళను మణికట్టు లోపలి వైపుకు బొటనవేలును మణికట్టు కిందివైపుకు కొంచం నొక్కిపెట్టినట్లుగా పటం-1లో చూపిన విధంగా ఉంచండి.

లోపల నుండి లయబద్ధంగా మీ వేళ్ళను ఏదో తోస్తున్నట్లుగా అనిపిస్తోంది కదూ! ఈ లయనే 'నాడీ స్పందన' (Pulse) అంటాం.

- ఒక నిమిషానికి ఎన్ని స్పందనలు వస్తున్నాయో లెక్కించండి.

ఇప్పుడు లేచి నిలబడి ఒక నిముషం పాటు 'జాగింగ్' చేయండి. మరల ఒక నిమిషం పాటు నాడీ స్పందనను లెక్కించండి. మీ తరగతిలోని కొందరు విద్యార్థుల నాడీ స్పందనలను లెక్కించండి. ఇలా మూడు నమూనాలను లెక్కించి కింది పట్టికలో నమోదు చేయండి.

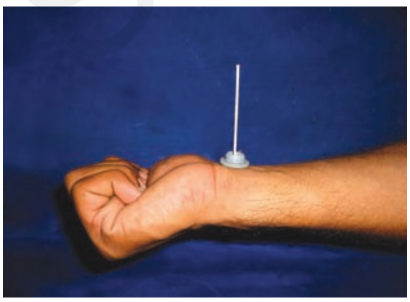
పట్టిక-1

వ.సంఖ్య	విద్యార్థి పేరు	నాడీ స్పందన / నిమిషానికి	
		విశ్రాంతిలో	జాగింగ్ తర్వాత

- *మీరు ఏం గమనించారు? విశ్రాంతిలోను, జాగింగ్ తర్వాత నాడీ స్పందన ఒకే విధంగా ఉందా?*

కృత్యం-2

నాడీస్పందన రేటు వ్యక్తికి వ్యక్తికి మరియు సందర్భాన్ని బట్టి మారటాన్ని మనం గమనించవచ్చు. కాబట్టి నాడీస్పందన స్థిరంగా ఉండదని, మనం భయపడినపుడు, ఉద్రేకపడినపుడు నాడీస్పందనరేటు పెరుగుతుందని అర్థమవుతోంది కదూ! మరికొన్ని సందర్భాలలో కూడా ఇలాంటి పరిస్థితిని గమనించవచ్చు. ఉదాహరణకు మనం మెట్లు ఎక్కేటపుడు, పరిగెత్తేటపుడు నాడీస్పందనను పరిశీలించండి.



పటం-2: నాడీ సూచిక

హృదయస్పందన, నాడీస్పందనల మధ్యగల సంబంధాన్ని గురించి మరింతగా తెలుసుకునే ప్రయత్నం చేద్దాం. నాడీస్పందనను మరొక విధంగా కూడా గుర్తించవచ్చు. కింది కృత్యాన్ని చేయండి.

SCERT, Telangana

ఇందుకోసం మీ సొంత నాడీసూచికను తయారుచేసుకోండి. ఒక చొక్కా గుండీని/ ఇంజెక్షన్ సీసామూత తీసుకోండి. అగ్గిపుల్లను నిటారుగా నిలబడేట్లుగా గుండీ రంధ్రంలోకి చొప్పించండి. గుండీని మణికట్టు పైన పటంలో చూపిన విధంగా ఉంచండి. అగ్గిపుల్లలో కదలికలను జాగ్రత్తగా గమనించండి. మీ రెండవ అరచేతిని ఛాతిపై ఉంచుకొని హృదయ స్పందనను గమనించండి.

- మీ నాడీసూచిక హృదయ స్పందనతో పాటు కదులుతుందా?

మీకు తెలుసా?

నాడీ స్పందన రేటులో వైవిధ్యాలు

నవజాత శిశువు (0-3 నెలలు)	శిశువులు (3-6 నెలలు)	శిశువులు (6-12 నెలలు)	పిల్లలు (1-10 సం॥లు)	పిల్లలు, పెద్దలు, వృద్ధులు (10 సం॥ పైబడిన వారు)	సుశిక్షితులైనక్రీడాకారులు
100-150	90-120	80-120	70-130	60-100	40-60

రెని లెన్నెక్ (Rene Laennec) అనే శాస్త్రవేత్త 1816 సం॥లో స్టెతస్కోపును కనుగొన్నాడు. స్టెతస్కోపు కనుగొనక పూర్వం వైద్యులు రోగి రొమ్ముపై చెవి ఆనించి హృదయస్పందన వినేవారు. రోగి హృదయస్పందన వినటానికి లెన్నెక్ మొదటిసారి కాగితపు గొట్టాన్ని ఉపయోగించాడు. గొట్టం ఒక చివరను రోగి రొమ్ముకు ఆనించి రెండవ చివర చెవి ఉంచి వినేవాడు. కాగితపు గొట్టం ద్వారా శబ్దం స్పష్టంగా వినిపించడాన్ని ఆయన గమనించాడు. తర్వాత కాలంలో కాగితపు గొట్టం స్థానంలో వెదురు గొట్టాన్ని వాడేవారు. లెన్నెక్ దీనికి స్టెతస్కోపు అని పేరు పెట్టాడు.

కృత్యం-3

లెన్నెక్ చేసిన ప్రయోగాన్ని మనమూ చేద్దాం. 10 అంగుళాల పొడవు, ఒక అంగుళం వ్యాసం ఉండేట్లుగా ఒక కాగితపు గొట్టాన్ని తయారుచేయండి. గొట్టం యొక్క ఒక చివరి భాగాన్ని మీ చెవి దగ్గర ఉంచి రెండవ చివరి భాగాన్ని మీ స్నేహితుల ఛాతిపై ఉంచండి. తద్వారా మీ స్నేహితుల హృదయస్పందన వినగల్గుతారు. ఒక నిమిషంలో ఎన్నిసార్లు హృదయం స్పందిస్తోందో లెక్కించండి. కనీసం పది మంది విద్యార్థుల హృదయస్పందనలను, నాడీస్పందనలను లెక్కించి కింది పట్టికలో నమోదు చేయండి.

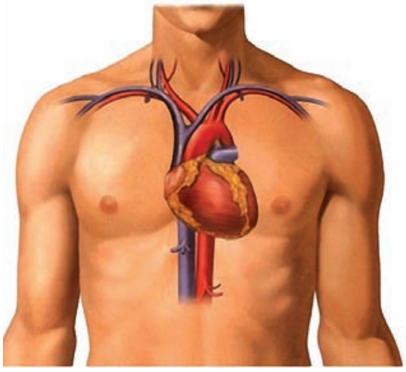
పట్టిక-2

వ.సం.	విద్యార్థి పేరు	విశ్రాంతిలో హృదయస్పందన నిమిషానికి	విశ్రాంతిలో నాడీస్పందన నిమిషానికి
1.	ఈశ్వర్	72	72

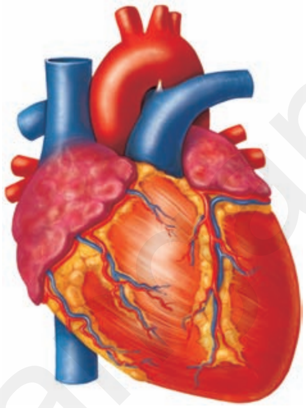
- *హృదయస్పందనకు, నాడీస్పందనకు మధ్యగల సంబంధం ఏమిటి?*

ఇప్పుడు మనం శరీరంలో అతిముఖ్య అవయవమైన గుండె నిర్మాణం, పనిచేసే విధానం గురించి తెలుసుకుందాం.

హృదయం, ఉరఃపంజరంలో ఊపిరితిత్తుల మధ్యలో అమరి ఉంటుంది. మీ గుండె పరిమాణం సుమారుగా మీ పిడికిలి అంత ఉంటుంది.



పటం-3: మానవులలో గుండె ఉండే చోటు



పటం-4: గుండె బాహ్య స్వరూపం

ప్రయోగశాల కృత్యం

ఉద్దేశం : క్షీరదాల గుండె అంతర్నిర్మాణాన్ని పరిశీలించడం.

కావలసిన పరికరాలు : గొర్రె లేక మేక తాజా గుండె, సోడా స్ట్రాలు, ఉపయోగించిన పెన్ను రీఫిల్స్, పదునైన బ్లేడు లేదా స్కాల్‌పెల్, డిసెక్షన్ ట్రే, ఒక మగ్గు నీరు, డిసెక్షన్ కత్తెర, ఫోర్సెప్స్.

క్షీరదాలన్నింటిలో గుండె నిర్మాణాత్మకంగా ఒకేవిధంగా ఉంటుంది. కాబట్టి మనం ప్రయోగశాలలో గొర్రె లేక మేక గుండెను పరిశీలన కోసం తీసుకుందాం.

పరిశీలనా పద్ధతి :

మేక లేక గొర్రె తాజా గుండెను తీసుకొని గుండె గదులలో రక్తం లేకుండా శుభ్రంచేసి ప్రయోగశాలలో పరిశీలన కోసం సిద్ధం చేయాలి.

సోడా స్ట్రాలను కత్తిరింపబడిన రక్త నాళాలలోకి ప్రవేశపెట్టాలి. ఇలా సిద్ధం చేసిన గుండెను పరిశీలిస్తూ, పరిశీలనలను మీ నోటుపుస్తకంలో రాయండి.

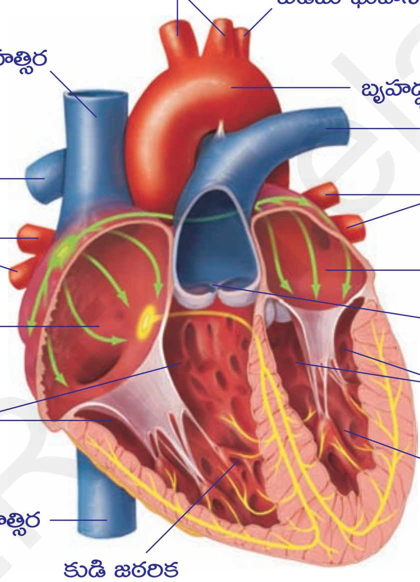
- *గుండెను కప్పుతూ ఎన్ని పొరలున్నాయి? (పొరలను కత్తెరతో కత్తిరించి తీసివేయండి.)*
- *గుండె ఏ ఆకారంలో ఉంది?*
- *గుండెకు అతుక్కుని ఎన్ని రక్తనాళాల చివరలున్నాయి?*
- *గుండె యొక్క ఏ చివర వెడల్పుగా ఉంది? ఏ చివర సన్నగా ఉంది?*

గుండె కండరాలకు అతుక్కుని ఉన్న రక్తనాళాల (కరోనరి ధమనులు) అమరికను గమనించండి.

(తాజా గుండె దొరకని పక్షంలో గుండె నమూనాను లేదా చార్టును లేదా కింద ఇచ్చిన పటాన్ని పరిశీలించండి.)

గుండె అంతర్నిర్మాణం

- బలమైన చాపము వంటి రక్తనాళం పైకి వచ్చేటట్లు గుండెను డిసెక్షన్ ట్రేలో ఉంచండి. పైకి కనిపిస్తున్న భాగం గుండె ఉదరతలం.
- పదునైన స్కాల్పెల్ లేదా బ్లేడు సహాయంతో గుండె లోపలి గదులు బహిర్గతం అయ్యేవిధంగా కోయండి. (అవసరమైతే పటం-5 సహాయం తీసుకోండి.)
  ముందుగా గుండె గోడలను పరిశీలించండి. తర్వాత లోపలి భాగాలను పరిశీలించండి.



పటం-5: హృదయం అంతర్నిర్మాణం

- *గుండె గోడలు అంతటా ఒకే మందంతో ఉన్నాయా?*
- *గుండెలో ఎన్ని గదులున్నాయి?*
- *అన్ని గదులు ఒకే పరిమాణంలో ఉన్నాయా?*
- *గుండె గదుల మధ్య ఇంకేమైనా ప్రత్యేకతలను గమనించారా?*
- *గుండె గదులన్నీ ఒకదానితో ఒకటి కలుపబడి ఉన్నాయా?*
- *గుండె గదులు ఒకదానితో ఒకటి ఎలా కలుపబడ్డాయి?*
- *గుండె గదులు ఒకదానితో ఒకటి ఎలా వేరుచేయబడ్డాయి?*

గుండె కింది గదులలో తెల్లని నిర్మాణాలను గమనించారా? ఏ భాగాలకు అవి అతుకబడి ఉన్నాయో పరిశీలించండి. వాటి ఆకారం, పరిమాణాలను బట్టి అవి ఏ విధులను నిర్వహిస్తాయో ఊహించండి.

మీ పరిశీలనలన్నింటిని మీ నోటుపుస్తకంలో రాయండి. మీ పరిశీలనలను కింద ఇవ్వబడిన సమాచారంతో సరిచూసుకోండి.

గుండె బేరిపండు ఆకారంలో ఉండి, త్రికోణాకారంగా ఉంటుంది. పై వైపున వెడల్పుగాను, కింది వైపున సన్నగాను ఉంటుంది.

గుండెను ఆవరించి రెండు పొరలుంటాయి. వీనిని 'హృదయావరణ త్వచాలు' (Pericardial membranes) అంటారు. ఈ రెండు పొరల మధ్యభాగం హృదయావరణ ద్రవంతో నిండి ఉంటుంది. ఇది గుండెను అఘాతాలనుండి కాపాడుతుంది.

గుండె నాల్గు గదులుగా విభజించబడింది. పై రెండు భాగాలను కర్ణికలు (Auricles) అని, కింది రెండు భాగాలను జఠరికలు (Ventricles) అని అంటారు. గుండె గోడలకు అంటిపెట్టుకొని ఉన్న రక్తనాళాలను కరోనరి రక్తనాళాలు అంటారు. ఇవి గుండె కండరాలకు రక్తాన్ని సరఫరా చేస్తాయి. పై వైపున ఉన్న కర్ణికల గోడలు పలుచగాను, కిందివైపు ఉన్న జఠరికల గోడలు మందంగాను ఉంటాయి.

గుండెకు అంటిపెట్టుకొని ఉన్న రక్తనాళాలను పరిశీలించండి.

- గుండెకు ఎన్ని రక్తనాళాలు అతుకబడి ఉన్నాయి?
- అన్ని రక్తనాళాలు దృఢంగా ఉన్నాయా? ఎన్ని రక్తనాళాలు దృఢంగా ఉన్నాయి?
- రక్తనాళాల దృఢత్వానికి, రక్తప్రసరణకు సంబంధం ఉందని నీవు భావిస్తున్నావా?

ధమనులు (Arteries) దృఢంగా ఉన్న రక్తనాళాలు. ఇవి హృదయం నుండి బయలుదేరి శరీర భాగాలన్నింటికి రక్తాన్ని సరఫరా చేస్తాయి. అతిపెద్ద ధమనిని బృహద్ధమని (Aorta) అంటారు. చిన్న ధమనిని పుపుస ధమని (Pulmonary artery) అంటారు. ఇది రక్తాన్ని హృదయం నుండి ఊపిరితిత్తులకు తీసుకుపోతుంది.

సిరలు (Veins) తక్కువ దృఢత్వం కలిగిన రక్తనాళాలు. ఇవి శరీర భాగాలనుండి రక్తాన్ని హృదయానికి తీసుకుపోతాయి. గుండెకు పై భాగంలో కుడివైపున ఉండే పెద్ద సిరను ఊర్ధ్వబృహత్సిర (Superior venacava) అంటారు. ఇది శరీరం పై భాగాల నుండి (తలనుండి) రక్తాన్ని సేకరిస్తుంది. గుండె కుడివైపు దిగువ భాగంలో కనిపించే సిరను అధోబృహత్సిర (Inferior venacava) అంటారు. ఇది శరీరం దిగువ భాగాల (కాళ్ళు, చేతులు) నుండి రక్తాన్ని సేకరించి హృదయానికి తీసుకువస్తుంది.

ఎడమ వైపున ఉన్న కర్ణిక, జఠరికలు, కుడివైపు వాటికంటే చిన్నవిగా ఉంటాయి. రెండు కర్ణికలు, రెండు జఠరికలు కండరయుతమైన విభాజకాలతో (Septum) వేరు చేయబడి ఉంటాయి. కర్ణికలు, జఠరికల మధ్య కవాటయుతమైన రంధ్రాలుంటాయి.

కుడి కర్ణికలో పూర్వపర మహాసిరలు తెరుచుకునే రంధ్రాలుంటాయి. ఎడమ కర్ణికలో ఊపిరితిత్తుల నుండి రక్తాన్ని తీసుకువచ్చే పుపుస సిరలు తెరుచుకునే రంధ్రాలను గమనించవచ్చు. కుడి కర్ణికకు కుడి జఠరికకు మధ్యగల కుడికర్ణిక జఠరికాంతర విభాజకము పైగల కవాటాన్ని అగ్రత్రయ కవాటం (Tricuspid valve) అని, ఎడమ కర్ణిక ఎడమ జఠరికకు మధ్యగల ఎడమ జఠరికాంతర విభాజకముపైగల కవాటాన్ని అగ్రద్వయకవాటం (మిట్రల్ కవాటం) అనీ అంటారు.

కుడి జఠరిక పైభాగం నుండి పుపుస ధమని అనే రక్తనాళం బయలుదేరుతుంది. ఇది ఆమ్లజనిరహిత రక్తాన్ని ఊపిరితిత్తులకు సరఫరా చేస్తుంది. దీని పూర్వభాగంలో గల కవాటాన్ని పుపుస ధమని కవాటం అంటారు.

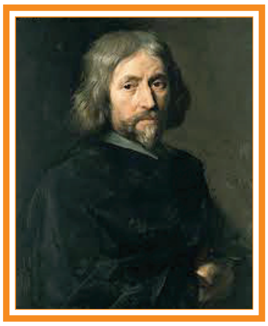
ఎడమ జఠరిక నుండి ఒక లావుపాటి రక్తనాళం బయలురుతుంది. ఈ రక్తనాళాన్ని బృహద్ధమని లేదా దమనీచాపం (Aorta) అంటారు. దీని పూర్వభాగంలో గల కవాటాన్ని మహాధమని కవాటం అంటారు. కుడికర్ణికలోనికి ఊర్ధ్వ, అధో బృహత్సిరలు తెరచుకోవడం గమనిస్తాం. ఎడమ కర్ణికలో పుపుస సిరలు తెరచుకోవడం మనం గమనిస్తాం. ఇవి ఊపిరి తిత్తుల నుండి రక్తాన్ని తెస్తాయి. జాగ్రత్తగా గమనిస్తే మహాధమని, పుపుసధమని కవాటాలను కూడా మనం చూడగలము.

రక్తనాళాలు మరియు రక్త ప్రసరణ

రక్తనాళాల యొక్క నిర్మాణం మరియు పనిచేసే విధానాలను గురించి తెలుసుకుందాం.

16వ శతాబ్ధం వరకు రక్తనాళాలు ఏవిధంగా పనిచేస్తాయో మనకు తెలియదు. 1574వ సంవత్సరంలో ఇటాలియన్ డాక్టరైన 'గైరోలమా ఫాబ్రిసి' కాలిలోని సిరలను గురించి అధ్యయనం చేస్తుండగా వాటిలో చిన్నచిన్న కవాటాలుండడం గుర్తించాడు. ఇవి రక్తాన్ని గుండెవైపుకు మాత్రమే ప్రవహించనిస్తాయి. ఇవి రక్తాన్ని వెనుకకు ప్రవహించనీయని ఏక దిశ కవాటాలు. సిరలలో రక్తం కదలికకు కాలి కండరాల కదలిక తోడ్పడుతుంది.

ఒక ముఖ్యమైన విషయం ఏమిటంటే రక్తం కాలి సిరల గుండా హృదయం వైపుకు మాత్రమే ప్రవహిస్తుంది. రక్తం ఎల్లప్పుడు ఎడమ జఠరిక నుండి శరీర భాగాలకు ప్రవహిస్తుందని ఫాబ్రిసి కనుగొన్నాడు. అయితే అతని పరిశోధనలోని ఇంత ముఖ్యమైన అంశాన్ని అతనే అంతగా పట్టించుకోలేదు.



పటం-6: విలియం హార్వే

ఆ తర్వాత విలియం హార్వే (1578-1657) అనే బ్రిటీష్ వైద్యుడు చదువుకోసమై ఇటలీ వెళ్ళి ఫాబ్రిసి వద్ద అధ్యయనం చేశాడు.

హార్వే చనిపోయిన వారి గుండెలను వేరుచేసి కర్ణికలు, జఠరికలలోని కవాటాలను గురించి అధ్యయనం చేసేవాడు. గుండెలో ఒకే దిశలో రక్త ప్రసరణకు తోడ్పడే కవాటాలను అతను గుర్తించాడు. కవాటాలనేవి రక్తాన్ని కర్ణికలనుండి జఠరికలకు ఎలాంటి ఆటంకం లేకుండా ప్రవహింపజేస్తాయి. గుండె సంకోచించినపుడు రక్తం జఠరికల నుండి కర్ణికలకు చేరడానికి బదులుగా రక్తనాళాల్లోకి వెళుతుంది.

హార్వే తన గురువైన ఫాబ్రిసి కనుగొన్న కాలి సిరలను గురించి ఆలోచించటం ప్రారంభించాడు. సిరల్లో రక్తం ఒకే దిశలో ప్రవహిస్తుంది మరియు గుండె దిశగా ప్రవహించడం కోసం రక్తంపై ఒత్తిడి కలిగిస్తుందని అనుకున్నాడు.

హార్వే జంతువులలోని సిరలను గట్టిగా ముడివేసి రక్త ప్రసరణ దిశను కనుగొనుటకు ఎన్నో ప్రయోగాలు చేశాడు. ఇలా కట్టుకట్టిన చోట సిరలు ఉబ్బిపోయేవి. సిరల్లో రక్తం ఎల్లప్పుడూ గుండె దిశగా ప్రవహిస్తుండడం వల్ల కట్టు కట్టినచోట కిందిభాగం ఉబ్బిపోయేది. దీనిని బట్టి సిరల్లో రక్తం గుండె నుండి శరీర భాగాలకు ప్రవహించదనీ అన్ని సిరల్లోనూ ఇదే జరుగుతుందని హార్వే తెలుసుకున్నాడు. అంటే సిరల్లో ఎల్లవేళలా రక్తం గుండె వైపుకే ప్రవహిస్తుందన్నమాట.

ధమనుల విషయంలో గమనిస్తే, రక్తం ఎల్లప్పుడు కట్టుకట్టినచోట గుండె దిశలో ఉబ్బిపోయేవి. అంటే ధమనులలో రక్తం గుండె నుండి శరీర భాగాలకు ప్రవహిస్తుందే తప్ప శరీర భాగాలనుండి గుండెకు ప్రవహించదని గుర్తించాడు.

రక్త ప్రవాహాన్ని గురించి హార్వే అధ్యయనం చేశాడు. గుండెలో రక్తం ధమనులలోనికి నెట్టబడుతుంది. అలాగే సిరల నుండి రక్తం గుండెను చేరుతుంది. రక్తం కుడి జఠరిక నుండి పుపుస ధమనుల ద్వారా ఊపిరితిత్తులకు చేరి, అక్కడి నుండి పుపుససిరల ద్వారా ఎడమ కర్ణికలకు చేరుతుంది. దీనిని **పుపుస వలయం** అంటారు. ఎడమ కర్ణిక నుండి ఎడమ జఠరికకు చేరి ధమనుల ద్వారా శరీరభాగాలకు ప్రవహించి తిరిగి సిరల ద్వారా కుడి కర్ణికలోకి చేరుతుంది. దీనిని **దైహిక వలయం** అంటారు. ఈవిధంగా రక్తం గుండె నుండి బయలుదేరి మరలా గుండెకు రెండుసార్లు చేరుతుందన్నమాట. అంటే రక్తానికి రెండు ప్రవాహాలున్నాయి. దీనినే ద్వివలయ రక్తప్రసరణ (Double circulation) అని అంటారు.

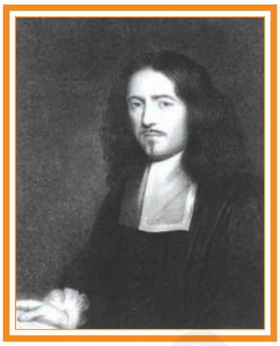
గుండె నుండి శరీరానికి చేరిన రక్తం వినియోగించబడి మరలా కొత్త రక్తం ఏర్పడుతుందనే భావన తప్పని హార్వే నిరూపించాడు. గుండె ఒక సంకోచంలో ఎంత రక్తాన్ని పంపిణీ చేస్తుందో అలాగే ఒక నిమిషానికి ఎన్ని స్పందనలు చోటు చేసుకుంటాయో లెక్కించాడు.

ఒక గంటలో గుండె మనిషి బరువుకు మూడురెట్ల రక్తం పంపిణీ చేస్తుందని హార్వే కనుగొన్నాడు. అంటే అంత రక్తం, ఇంత తక్కువ సమయంలో ఉత్పత్తి కాదు. దీనిని బట్టి

రక్తం గుండె నుండి శరీరానికి శరీరం నుండి గుండెకు మరల మరల ప్రవహిస్తుందని గుర్తించాడు.

తన పరిశోధనల్లో భాగంగా హార్వే మరొక సమస్యను ఎదుర్కొన్నాడు. ధమనులు సిరలను కలుపుతూ వాటి మధ్య అతి సన్నని రక్తనాళాలు నిజంగా ఉన్నాయా?

1650వ సంవత్సరంలో శాస్త్రజ్ఞులు భూతద్దాలను (Lenses) కలిపి వాడడం ద్వారా కంటితో చూడలేని అతిచిన్న వస్తువులకు కూడా పెద్దవిగా చూపే విధానాన్ని కనుగొన్నారు. దాంతో మార్సెల్లో మాల్ఫీజి (1628-1694) సూక్ష్మదర్శిని సాయంతో మామూలుగా కంటికి కనిపించని రక్తనాళాలను పరిశీలించగలిగాడు.



పటం-7: మార్సెల్లో మాల్ఫీజి

తరువాత మాల్ఫీజి గబ్బిలం రెక్కలపై అధ్యయనం చేశాడు. గబ్బిలం రెక్కలో ఉండే అతి పలుచని పొర (పెటాజియం) లోని రక్తనాళాలను సూక్ష్మదర్శిని సహాయంతో పరిశీలించాడు. అప్పుడే ధమనులు మరియు సిరల మధ్యనుండే అతి సన్నని, చిన్నవైన రక్తనాళాలను చూడగలిగాడు.

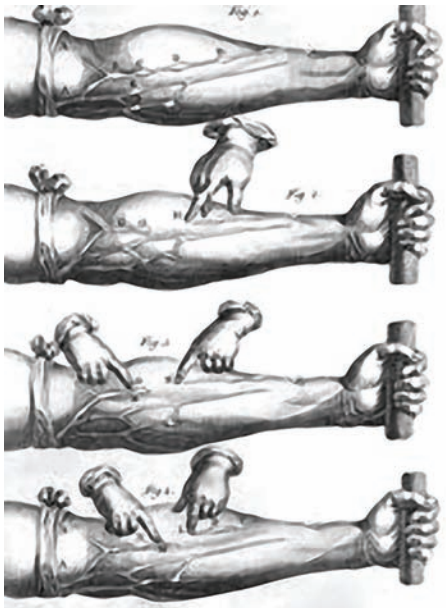
పటం-8 (ఎ) : ఇలా చేయండి

ఆ సన్నని రక్తనాళాలకు సూక్ష్మకేశనాళికలు (capillaries) అని పేరు పెట్టాడు. లాటిన్ భాషలో capillaries అంటే కేశం అని అర్థం. ఎందుకంటే ఆ నాళాలు కూడా వెంట్రుకల వలె సన్నగా ఉంటాయి.

రక్తకేశనాళికలను కనుగొనడం ద్వారా రక్త ప్రసరణ విధానం గూర్చి పూర్తిగా అర్థం అయ్యింది. అందుకే ఈ విధానాన్ని అంగీకరించి అనుసరిస్తున్నారు.

రక్తం, రక్తనాళాలలో ప్రవహిస్తుందని మనకు తెలుసు. మరి శాస్త్రవేత్తలు రక్తనాళాలలో రక్తం ప్రవహిస్తుందని ఎలా కనుగొన్నారు? రక్తనాళాలను విచ్ఛిన్నం చేయకుండా రక్త ప్రవాహాన్ని ప్రదర్శించడం సాధ్యమేనా?

ఆరోజుల్లో సంయుక్త సూక్ష్మదర్శిని కాని, ఈనాటి ఆధునిక వైజ్ఞానిక పరికరాలుకాని లేవు. అయినా 17వ శతాబ్దంలో సిరలలో రక్తం యొక్క కదలికలను నిరూపించటానికి విలియం హార్వే చేసిన ప్రయోగాన్ని మనం మరలా చేద్దాం.



పటం-8(బి) : హార్వే ప్రయోగం

1. రక్తనాళాలు బాగా కనిపించే వ్యక్తి యొక్క దండ చేయి (మోచేతి పై భాగంలో పటం-8(బి)లో చూపిన విధంగా) గుడ్డతో గట్టిగా కట్టుకట్టండి. (ఒక వేలుదూరేంత స్థలం ఉండాలి.)

2. మరొక గుడ్డను చాపచుట్టలా మడిచి దానిని పిడికిలితో గట్టిగా పట్టుకోవాలి. ఇప్పుడు చర్మం కింది రక్తనాళాలు ప్రస్ఫుటంగా కన్పిస్తాయి.
3. స్పష్టంగా కనబడే నీలం రంగు రక్తనాళాన్ని గుర్తించండి.
4. ఆ రక్తనాళంపై దండచేయి వైపు వేలు ఉంచి, మెల్లిగా, రక్తనాళంలో రక్త ప్రవాహం ఆగిపోయేవరకు ఒత్తిడి కలుగచేయండి. (బొమ్మ సహాయం తీసుకోండి)
5. ఇప్పుడు వేలిని ఒత్తుతూ మోచేతి నుండి అరచేతి వరకు కదిలించండి. ఈ రక్త నాళంలో వచ్చే మార్పులు పరిశీలించండి. కారణాలు చర్చించండి.
6. పీడనాన్ని తొలగించండి.
7. అరచేతి నుండి మోచేతి వరకు ఒత్తిడిని కలిగించటం వలన ఏమి జరిగింది?

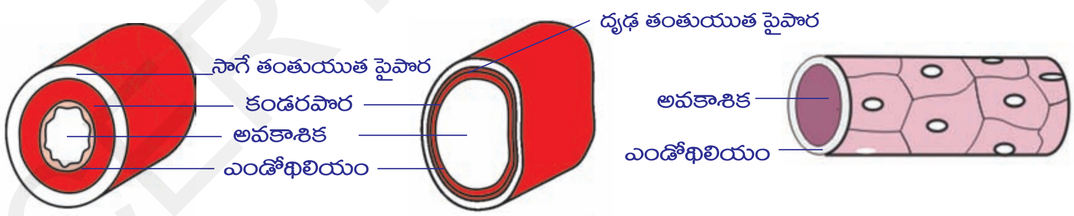
క్రింది ప్రశ్నకు సమాధానమివ్వండి.

చేతికి బిగుతుగా కట్టు కట్టినపుడు గుండెకు దూరంగా ఉన్న వైపున రక్తనాళాలు ఎందుకు ఉబ్బుతాయి? దీనివలన నీవు ఏమి గ్రహించావు?

ధమనులు, సిరలు

రక్తనాళాలను ధమనులు, సిరలు అని రెండు రకాలుగా విభజించవచ్చు. ధమనులు హృదయం నుండి రక్తాన్ని శరీర భాగాలకు సరఫరా చేస్తాయి. దీనికి వ్యతిరేకంగా సిరలు శరీర భాగాల నుండి రక్తాన్ని హృదయానికి తీసుకువస్తాయి.

- ధమనులు, సిరల మధ్యగల నిర్మాణాత్మక క్రియాత్మక బేధాలను పటంలో పరిశీలించండి.



పటం-9(ఎ): ధమని అడ్డుకోత   పటం-9(బి): సిర అడ్డుకోత   పటం-9(సి): రక్తకేశనాళిక అడ్డుకోత

రక్తకేశనాళికలు

రక్తకేశనాళికలు ఏకకణ మందంతో నిర్మితమైన సూక్ష్మమైన నాళాలు. ఇవి తమగుండా పదార్థాలు వ్యాపనం చెందడానికి అనుమతిస్తాయి. రక్తకణాలలోని ల్యూకోసైట్లు సూక్ష్మకేశనాళికల గోడల గుండా చొచ్చుకొని పోగలవు. ఇవి ధమనులు సిరలను కలుపుతూ రక్వకేశనాళికాజాలాన్ని ఏర్పాటు చేస్తాయి.

పట్టిక-3 క్రింది పట్టికను నింపండి

క్ర.సం.	రక్తనాళపు నిర్మాణం / క్రియ	ధమని	సిర
1.	నాళపు గోడలు (మందమైనవి / పలుచనివి)		
2.	కవాటాలు (ఉంటాయి / ఉండవు)		
3.	రక్తం ప్రవహించనపుడు రక్తనాళం ఆకారాన్ని (నిలపగలవు / నిలపలేవు)		
4.	రక్త ప్రవాహ మార్గం (గుండె నుండి శరీర భాగాలకు / శరీర భాగాలనుండి గుండెకు)		
5.	రక్తనాళంపై రక్తపీడనం (తక్కువ / ఎక్కువ)		
6.	నాళములో ప్రవహించే రక్తం (ఆక్సిజన్‌తో కూడినది / ఆక్సిజన్ లేనిది)		

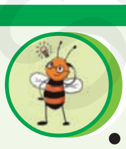
- *పుపుస ధమని మరియు పుపుస సిరల మధ్య గల బేధాలను చర్చించండి.*

కృత్యం-4

ధమనులు, సిరల పనితీరును పరిశీలించడానికి కింది కృత్యాలు చేయండి.

కాలుమీద కాలువేసుకొని బల్లమీద కూర్చోండి. ఈ స్థితిలో ఒక మోకాలు మీద మరొక మోకాలు ఆని ఉంటుంది. ఒకపాదం నేలకు ఆని ఉంటే మరొక పాదం గాలిలో తేలుతున్నట్లు ఉంటుంది. ఇలా కొంచెంసేపు కూర్చుంటే హృదయస్పందనలకు లయబద్ధంగా కాలిలో కదలికలు రావడాన్ని మీరు గమనించవచ్చు. ఇదే భంగిమలో చాలాసేపు కూర్చుంటే వేలాడుతున్న కాలు బరువెక్కినట్లు, సూదులు గుచ్చుతున్నట్లు, తిమ్మిరెక్కినట్లు అనిపిస్తుంది. ఇలా ఎందుకు జరుగుతుందో కారణాలు మీ ఉపాధ్యాయునితో చర్చించండి.

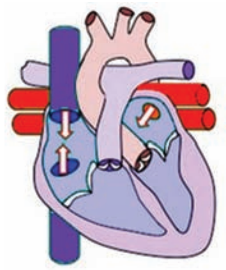
చేతిలో సిరలు రక్తంతోనిండి ఉబ్బేలా చేతిని గిరగిరా తిప్పండి. తరువాత చేతిని కిందికి జారవిడవండి. పైకి కనిపిస్తున్న సిరను మెల్లగా వేలితో నొక్కండి. వ్యతిరేకదిశలో రక్తం ప్రవహించడాన్ని గమనించవచ్చు. కవాటాలకు వ్యతిరేక దిశలో రక్తం ప్రవహిస్తూ సిర ఉబ్బినట్లుగా మీరు గమనించారా? ఇలా ఎందుకు జరుగుతుందో కారణాలను మీ ఉపాధ్యాయునితో చర్చించండి.



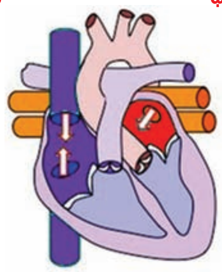
ఆలోచించి చర్చించండి

- ధమనుల గోడలు దృఢంగా, స్థితిస్థాపకశక్తి కలిగి ఉంటాయి. ఎందుకు?
- ధమనులను శాఖలుగా విస్తరించిన చెట్టుతో పోలుస్తారు. ఎందుకు?
- ధమనులతో పోలిస్తే సిరలలో రక్త ప్రవాహమార్గ (lumen) పరిమాణం పెద్దదిగా ఉంటుంది. ఎందుకు?

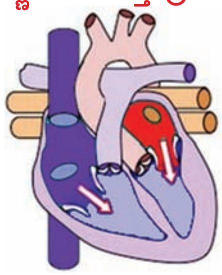
SCERT Telangana



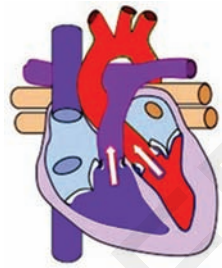
1. కర్ణికలు, జఠరికల విశ్రాంతిస్థితి (ఊహ)



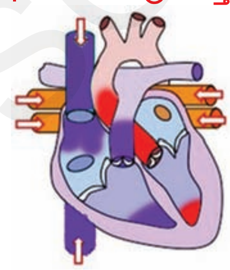
2. కర్ణికలలోనికి రక్తం ప్రవహిస్తుంది



3. కర్ణికల సంకోచం. జఠరికలలోనికి రక్తం ప్రవహిస్తుంది.



4. జఠరికల సంకోచం. కవాటాలు మూసుకుంటాయి (లబ్). రక్తం ధమనులలోనికి ప్రవహిస్తుంది.



5. జఠరికల యథాస్థితి. ధమనుల్లోని కవాటాలు మూసుకుంటాయి (డబ్).

పటం-10(1-5): హార్దిక వలయం

హార్ధికవలయం (Cardiac cycle)

మానవుని గుండె పిండాభివృద్ధి దశలో 21వ రోజు నుండి స్పందించడం ప్రారంభిస్తుంది. (ప్రత్యుత్పత్తి పాఠాన్ని చూడండి.) మానవుడు చనిపోయేవరకు గుండె స్పందిస్తుంది. గుండె స్పందించటం ఆగిపోతే మరణం సంభవిస్తుంది.

కర్ణికలు, జఠరికలు ఒకసారి సంకోచించి తరువాత యథాస్థితికి వస్తే దానిని ఒక హృదయస్పందన వలయం లేదా హార్ధికవలయం (cardiac cycle) అంటారు. దీనిలోని దశలను పరిశీలిద్దాం.

1. గుండెలోని నాలుగు గదులు ఖాళీగా విశ్రాంతి స్థితిలో ఉన్నాయనుకొనే ఊహతో హార్దిక వలయం జరిగే విధానాన్ని పరిశీలిద్దాం.
2. పూర్వ, పర మహాసిరల నుండి రక్తం కుడికర్ణికలోనికి, పుపుస సిరల నుండి ఎడమ కర్ణికలోనికి రక్తం ప్రవేశిస్తుంది.
3. ఇప్పుడు కర్ణికలు సంకోచిస్తాయి. కర్ణికల సంకోచం వలన రక్తం కర్ణిక, జఠరికల మధ్య ఉన్న కవాటాలను తోసుకుని జఠరికలలోనికి ప్రవేశిస్తుంది.
4. జఠరికలు రక్తంతో నిండగానే సంకోచిస్తాయి. అదే సమయంలో (సడలింపు), కర్ణికలు యథాస్థితికి చేరుకుంటాయి.

- జఠరికల సంకోచం వలన రక్తం దైహికచాపంలోనికి, పుపుస ధమనిలోనికి, వానిలో ఉన్న కవాటాలు తెరచుకుని ప్రవహిస్తుంది. అదే సమయంలో కర్ణికలు, జఠరికల మధ్య ఉన్న కవాటాలు రక్తం ఒత్తిడికి మూసుకుంటాయి. కవాటాలు మూసుకోవటం వలన మొదటి 'లబ్' అనే శబ్దం పెద్దగా మనకు వినిపిస్తుంది.

5. జఠరికలు యథాస్థితికి చేరుకునే సమయంలో, జఠరికలలోని పీడనం తగ్గిపోతుంది. దీనివలన రక్తనాళాలలోనికి ప్రవేశించిన రక్తం వెనకకు రావటానికి ప్రయత్నిస్తుంది. రక్తనాళాలలోని కవాటాలు మూసుకొని రక్తం వెనకకు జఠరికలలోనికి రావటాన్ని నిరోధిస్తాయి. ఈ కవాటాలు మూసుకొన్నప్పుడు రెండవ 'డబ్' అనే శబ్దం చిన్నగా వినిపిస్తుంది.

- ఇదే సమయానికి కర్ణికలు రక్తంతో నిండి మరలా సంకోచానికి సిద్ధపడతాయి.

హృదయస్పందనలో క్రమానుగతంగా జరిగే ఈ ప్రక్రియలన్నింటిని కలిపి 'హార్ధిక వలయం' (cardiac cycle) అంటారు.

> హార్ధిక వలయంలో గుండె కండరాలు చురుకుగా పాల్గొని సంకోచక్రియ (systole), విశ్రాంతి తీసుకునే యధా/పూర్వస్థితి (diastole) లు ఒకదానివెంట ఒకటి జరుగుతూ ఉంటాయి. కర్ణికల సంకోచానికి పట్టే సమయం 0.11-0.14 సెకన్లు కాగా, జఠరికల సంకోచానికి 0.27-0.35 సెకన్ల సమయం పడుతుంది. కర్ణికలు, జఠరికలు రెండు ఒకేసారి సడలటానికి సుమారు 0.4 సెకన్ల సమయం పడుతుంది. ఈ మొత్తం ప్రక్రియ 0.8 సెకన్లలో పూర్తవుతుంది.

SCERT, Telangana

ఈ విధంగా రక్తం రక్తనాళాలలోనికి నిరంతరం నియమిత కాలవ్యవధులలో ప్రవహిస్తుంటుంది. అయితే కణజాలాలకు ప్రవహించే రక్తం నిరంతరాయంగా కాక, ఆగి ఆగి అలలు అలలుగా ప్రవహిస్తుంది. అందువల్లనే మనం మణికట్టు వద్ద వేలు ఉంచినపుడు అక్కడ ఉన్న ధమనిలో రక్తం ప్రవహించేటపుడు దాని ఒత్తిడి మనకు తెలుస్తుంది. దీనినే మనం నాడీకొట్టుకోవడం (pulse) అంటాం. మన నాడీస్పందనరేటు, హృదయస్పందనరేటుకు సమానంగా ఉంటుంది.

మీకు తెలుసా?

జంతువు పేరు	శరీరం బరువు	గుండె బరువు	నిమిషానికి హృదయస్పందన
నీలి తిమింగలం	1,50,000 కి.గ్రా.	750 కి.గ్రా.	7
ఏనుగు	3000 కి.గ్రా.	12-21 కి.గ్రా.	46
మానవుడు	60-70 కి.గ్రా.	300 గ్రా.	72
కోయల్‌టిట్ పక్షి	8 గ్రా.	0.15 గ్రా.	1200

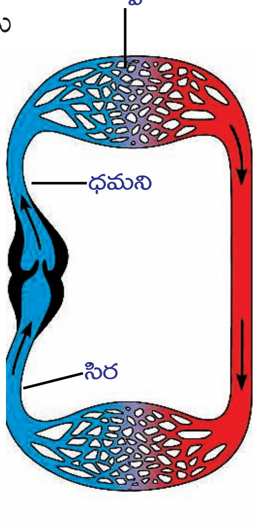
ఏకవలయ మరియు ద్వివలయ రక్తప్రసరణ (single, double circulation)

రక్తం రక్తనాళాలలో ప్రవహిస్తుందని, గుండె నిరంతరం స్పందిస్తూ, రక్తాన్ని నిరంతరం చలనంలో ఉంచుతుందని మనకు తెలుసు. రక్తం గుండెనుండి శరీర భాగాలకు అక్కడనుండి తిరిగి గుండెకు చేరుతుంది. అయితే రక్తప్రసారం అన్ని జీవులలోను ఒకే విధంగా ఉండదు. పటం-11(ఎ) మరియు పటం-11(బి)లను గమనించండి.

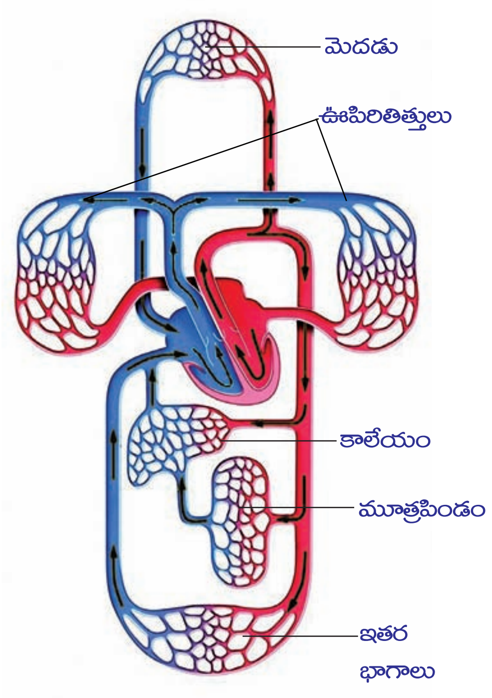
పటాలలో ఎక్కడనుండైనా మొదలుపెట్టి బాణపుగుర్తుల మార్గంలో మీ పెన్సిల్‌ను కదపండి. మీ మార్గంలో వచ్చిన భాగాలను చక్రీయంగా గుర్తించండి. రెండు ఫ్లోచార్టులను గమనించి కింది ప్రశ్నలకు సమాధానాలు రాయండి.

పటాలలో వివిధ శరీర భాగాలను గుర్తించే ప్రయత్నం చేయండి.

- పటం-11(ఎ)లలో మీ పెన్సిల్ శరీర భాగాల ద్వారా ఎన్నిసార్లు ప్రయాణించింది.
- పటం-11(బి)లలో మీ పెన్సిల్ గుండె ద్వారా ఎన్నిసార్లు ప్రయాణించింది.
- పటం-11(ఎ, బి)లలో మీ పెన్సిల్ ఊపిరితిత్తుల ద్వారా ఎన్నిసార్లు ప్రయాణించింది.



పటం-11(ఎ): ఏకవలయ రక్త ప్రసరణ



పటం-11(బి): ద్వివలయ రక్త ప్రసరణ

SCERT, Telangana

మొదటి పటం-11(ఎ)లో గుండె ద్వారా రక్తం కేవలం ఒకేసారి ప్రవహిస్తున్నట్లు గుర్తించారు. రక్తం గుండె ద్వారా ఒకసారి మాత్రమే ప్రయాణించినట్లయితే ఈ ప్రసరణను ఏకవలయ ప్రసరణ (single circulation) అంటారు. రెండవ పటం-11(బి)లో రక్తం గుండె ద్వారా రెండుసార్లు ప్రవహిస్తున్నట్లు గుర్తించారు. దీనిని ద్వివలయ లేదా ద్వంద్వవలయ ప్రసరణ (double circulation) అంటారు.

పటం-12: శోషరస వ్యవస్థ

శోషరస వ్యవస్థ (lymphatic system)

రాత్రంతా బస్సులో కదలకుండా కూర్చుని ప్రయాణం చేసిన తర్వాత మీ పాదాలకు ఏమవుతుందో ఎప్పుడైనా గమనించారా? పాదరక్షలు కొంచం బిగుతుగా అయినట్లు అనిపించిందా? పెద్దవారిలో ఇది ఇంకా స్పష్టంగా కనిపిస్తుంది. కాళ్ళు కొంతవాచినట్లు స్పష్టంగా తెలుస్తుంది. దీనినే 'ఎడిమా' (edema) అంటారు.

- కాళ్ళలో ఎందుకు ఇలా వాపు వస్తుంది?

కణజాలాలలో రక్తం ప్రవహించే సమయంలో, రక్తనాళాల నుండి కొన్ని ఘనపదార్థాలు, కొంత ద్రవం రక్తనాళికా కూడళ్ళ వద్ద నుండి బయటకు వెలువడుతాయి. వీటన్నింటినీ సేకరించి రక్త ప్రసరణ వ్యవస్థలోకి ప్రవేశపెట్టవలసిన అవసరం ఉంది.

హృదయస్పందన వలన రక్తం రక్తనాళాలలో ప్రవహిస్తుందని మనకు తెలుసు. గుండె నుండి ప్రవహించే రక్తం, రక్తనాళాల ద్వారా ప్రవహిస్తూ చివరకు రక్తకేశనాళికలను చేరుతుంది. పోషకాలతో కూడిన రక్తంలోని ద్రవం రక్తకేశనాళికల ద్వారా కణజాలాలలోనికి చేరుతుంది. కణజాలాలలోనికి చేరిన రక్తంలోని ద్రవభాగాన్ని కణజాల ద్రవం (tissue fluid) అంటారు.

ఈ ద్రవం శోషరస వ్యవస్థ ద్వారా ప్రవహిస్తుంది. ఈ ద్రవం ప్రధానంగా తిరిగి ప్రధాన రక్తప్రసరణ వ్యవస్థలోకి చేరుతుంది.

రక్తాన్ని కణాలను జోడించే ప్రధానమైన పదార్థం శోషరసం. రక్తం నుండి పోషకాలను గ్రహించి కణాలకు అందించడం, కణాల నుండి వృధా పదార్థాలను సేకరించి రక్తంలోనికి చేర్చడం వంటివి శోషరసం నిర్వహించే విధులు.

రక్తం ఘన మరియు ద్రవ పదార్థాల మిశ్రమం. ఘనపదార్థాలు లేని రక్తమే శోషరసం. కణజాలాలలో ఉన్న శోషరసమే కణజాల ద్రవం. రక్తస్కందనం తరువాత మిగిలిన ద్రవమే సీరం.

అస్థి పంజరానికి అతుక్కుని ఉన్న కండరాలు (అస్థి కండరాలు) పంపువలె పనిచేసి, వాని సంకోచం వలన సిరలపైన, శోషరసనాళాలపైన ఒత్తిడిపెరిగి రక్తం, శోషరసం గుండెవైపుకు నెట్టబడతాయి. సిరలలోను, శోషరసనాళాలలోను కవాటాలుండటం వలన రక్తం వెనుకకు రాకుండా నిరోధించబడుతుంది.

శోషరస వ్యవస్థ గురించి పై తరగతులలో వివరంగా తెలుసుకుంటారు.

SCERT Telangana

ప్రసరణ వ్యవస్థ పరిణామ క్రమం

ఏకకణజీవులు సముద్రపు నీటి నుండి వేరుగా తమ శరీరం చుట్టూ పొరను (ప్లాస్మాలెమ్మా)ను ఏర్పరుచుకోగానే ప్రసరణకు సంబంధించిన సమస్యలు తలెత్తాయి. ఈ సమస్యకు సమాధానంగా ప్రకృతి జీవుల శరీరంలోపల చిన్న అలలతోకూడిన ఒక సూక్ష్మసముద్రాన్ని సృష్టించింది.

అమీబా వంటి ఏకకణజీవుల జీవపదార్థంలో సహజసిద్ధమైన కదలికలుంటాయి. ఈ కదలికలను 'బ్రౌనియన్ చలనం' (Brownian movement) అంటారు. ఈ చలనం వలన కణంలోని అన్ని భాగాలకు పోషకపదార్థాలు, ఆమ్లజని సమానంగా సరఫరా అవుతాయి.

ఏకకణజీవుల మాదిరిగానే మానవునితో సహా అన్ని బహుకణ జీవులూ తమ కణాలలో కణాంతర ప్రసరణ వ్యవస్థ (intercellular transport system)ను కలిగి ఉంటాయి. నాడీ కణాలతో సహా మన శరీరంలోని అన్ని కణాలలోని జీవపదార్థం ఈ బ్రౌనియన్ చలనాన్ని ప్రదర్శిస్తుంది. అయితే బహుకణ జీవులు మరింత విస్తృతమైన ప్రసరణ వ్యవస్థను ఏర్పాటు చేసుకొనవలసిన అవసరం ఏర్పడింది.

స్పంజికల వంటి పొరాజోవన్లు సముద్రపు నీటినే ప్రసరణకు వాడుకుంటాయి. సహజసిద్ధమైన నీటి ప్రవాహాలు నియమబద్ధంగా ఉండవు. కాబట్టి, స్పంజికలు శరీరంలోపల ఉండే కశాభాల (flagella) కదలికల వలన తమ ప్రవాహాలను తామే సృష్టించుకుంటాయి.

స్పంజికలకంటే అభివృద్ధి చెందిన హైడ్రా, జెల్లీచేప వంటి నిడేరియా జీవులు తమ శరీరంలో జఠరప్రసరణ కుహరమనే (gastro vascular cavity) ఒక సంచి వంటి నిర్మాణాన్ని ఏర్పాటుచేసుకున్నాయి. జఠర ప్రసరణకుహరం ఆహారాన్ని జీర్ణం చేయటంతో పాటుగా పోషకాలను అన్ని కణాలకు అందించే కార్యక్రమాన్ని కూడా నిర్వహిస్తుంది.

ఫాసియోలా హెపాటికా వంటి ప్లాటీహెల్మెంథిస్ వర్గానికి చెందిన జీవులలో జీర్ణవ్యవస్థ శాఖోపశాఖలుగా విస్తరించి ఉంటుంది. వీనిలో కూడా జీర్ణక్రియ, ప్రసరణలు రెండింటినీ ఒకే వ్యవస్థ నిర్వహిస్తుంది. ఈ జీవులలో ప్రతికణం నుండి వ్యర్థ పదార్థాలను ప్రత్యేక విసర్జక వ్యవస్థ గ్రహిస్తుంది. ఈ జీవుల శరీరంలో ఎక్కువ భాగాన్ని జీర్ణ, విసర్జక వ్యవస్థలే ఆక్రమించాయి.

ఏలికపాముల (నట్టలు) వంటి నిమాటీహెల్మెంథిస్ జీవుల శరీరంలో ఉండే మిథ్యాశరీర కుహరం (pseudocoelom) పదార్థాల సేకరణ, సరఫరా నిర్వహిస్తుంది.

నిజశరీరకుహర జీవులైన వానపాముల వంటి అనెలిడ్లు ద్రవాల కదలిక కోసం సంకోచించే ఒక నాళాన్ని మొదటిసారిగా ఏర్పాటు చేసుకున్నాయి. వీనిలో మొట్ట మొదటిసారిగా ప్రసరణ మాధ్యమంగా రక్తం పనిచేయడాన్ని గుర్తించవచ్చు.

బొద్దింక వంటి ఆర్థ్రోపోడ వర్గపు జీవులలో సంకోచించే నాళం వంటి గుండె ఉన్నప్పటికీ, రక్తనాళాలు లేక పోవటం వలన, రక్తం పెద్దపెద్ద కోటరాల (ఖాళీ ప్రదేశాలు)లోనికి ప్రవహిస్తుంది. కణజాలాలకు పోషకాలను సరఫరా చేస్తుంది. అలాగే శ్వాసవ్యవస్థ కూడా నేరుగా కణజాలాలకు ఆక్సిజన్‌ను సరఫరా చేస్తుంది.

రక్తనాళాలు లేని ప్రసరణ వ్యవస్థను వివృత రక్తప్రసరణ వ్యవస్థ (open circulatory system) అంటారు. ఆర్థ్రోపోడతో పాటుగా, చాలా మొలస్క జీవులు, కింది స్థాయి కార్డేటా జీవులలో వివృత రక్త ప్రసరణ వ్యవస్థ ఉంటుంది.

రక్తం రక్తనాళాలలో ప్రవహించే వ్యవస్థను సంవృత రక్త ప్రసరణ వ్యవస్థ (closed circulatory system) అంటారు. అనెలిడా ఇఖైనోడర్మేటా, ఆక్టోపస్ వంటి సెఫలోపోడా, మొలస్కాజీవులలోను, అన్ని పైస్థాయి కార్డేటా జీవులలోను ఈ రకమైన రక్త ప్రసరణ వ్యవస్థ ఉంటుంది.

మీకు తెలుసా?

మానవునిలో ఒక మిల్లీలీటరు రక్తం గుండెనుండి కాలి చివరి వరకు వెళ్ళి తిరిగి గుండెకు చేరడానికి అంటే సుమారు 2మీటర్ల దూరం ప్రయాణించడానికి సుమారుగా 60 సెకన్ల సమయం పడుతుంది. ఇదే రక్తాన్ని వ్యాపన పద్ధతిలో ఇంతదూరం ప్రయాణించటానికి సుమారుగా 60 సంవత్సరాల కాలం పడుతుంది.

పటం-13:స్ఫిగ్మోమానోమీటర్

రక్తపీడనం (Blood Pressure)

రక్తాన్ని వలవంటి రక్తనాళాల ద్వారా ప్రవహింపజేయాలంటే చాలా ఎక్కువ ఒత్తిడికావాలి. గుండెలోని జఠరికలు సంకోచించి అత్యధిక పీడనంతో రక్తాన్ని ధమనులలోకి పంపుతాయి. జఠరికలు పీడనాన్ని కోల్పోయి యధాస్థితికి చేరుతూ, తర్వాత సంకోచానికి సిద్ధం అవుతాయి.

రక్తం రక్తనాళాల గోడలపై కలగజేసే పీడనాన్ని రక్తపీడనం అంటారు. జఠరికల సంకోచం వలన ఏర్పడిన పీడనం రక్తాన్ని రక్తనాళాలోకి ప్రవహింపజేస్తుంది. డాక్టర్లు మన దండచేయి (మోచేయి పైభాగం)లో ఉండే ధమనీ పీడనాన్ని మాత్రమే కొలుస్తారు. డాక్టర్లు స్ఫిగ్మోమానోమీటర్ అనే పరికరంతో రక్త పీడనాన్ని కొలుస్తారు.

రక్తపీడనానికి సంబంధించి డాక్టర్లు రెండు రీడింగ్‌లు నమోదు చేస్తారు. జఠరికలు అత్యంత ఎక్కువ పీడనంతో రక్తాన్ని ధమనిలోనికి పంపినపుడు మొదటి రీడింగ్ తీస్తారు. ఇది ఆరోగ్యవంతులైన యువతీయువకులలో 120మి.మి. పాదరస పీడనంగా ఉంటుంది. దీనిని సిస్టోలిక్ పీడనం (systolic pressure) అంటారు. జఠరికలు యధాస్థితికి చేరుతూ రక్తాన్ని

నింపుకునే సమయంలో రెండవ రీడింగ్ తీస్తారు. ఇది 80మి.మి. పాదరస పీడనానికి సమానంగా ఉంటుంది. దీన్ని దయాస్టోలిక్ పీడనం (diastolic pressure) అంటారు.

రక్తపీడనం మనం చేసే పనిని బట్టి మారుతూ ఉంటుంది. విశ్రాంతి, నడవటం, పరుగెత్తటం వంటి పనుల సమయంలో రక్తపీడనం వేర్వేరుగా ఉంటుంది.

విశ్రాంతి సమయంలో ఎక్కువ రక్త పీడనం (B.P.) ఉన్నట్లయితే ఆ వ్యక్తికి అధిక రక్తపోటు (Hypertension) ఉన్నట్లుగా భావిస్తారు.

రక్తస్కందనం (Coagulation of blood)

శరీరానికి గాయం తగిలినపుడు రక్తం కొంచెంసేపు మాత్రమే కారుతుంది. తర్వాత రక్తం గడ్డకట్టి తెగినచోట ఒక ఎర్రని గడ్డలా ఏర్పడుతుంది. ఈ ఎర్రని గడ్డనే 'స్కందనం' అంటారు. రక్తం గడ్డకట్టకపోతే శరీరంపై చిన్న గాయం తగిలినా విపరీతమైన రక్తస్రావం జరుగుతుంది.

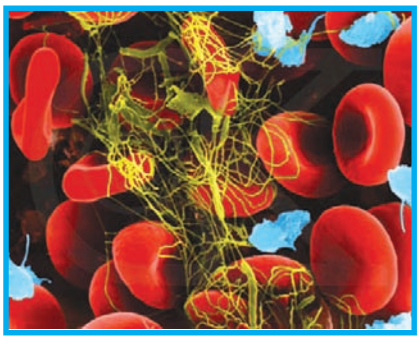
- గాయం నుండి రక్తం స్రవించినపుడు రక్తఫలకికలు థ్రాంబోకైనేజ్ అనే ఎంజైమ్‌ను స్రవిస్తాయి.
- ఈ థ్రాంబోకైనేజ్ రక్తంలో ఉన్న ప్రోత్రాంబిన్‌ను త్రాంబిన్‌గా మారుస్తుంది.
- త్రాంబిన్ రక్తంలోని ద్రవరూపంలో ఉన్న ఫైబ్రినోజన్‌ను ఘనరూపంలో ఉండే ఫైబ్రిన్ తంతువులుగా మారుస్తుంది.
- ఈ తంతువులలో రక్తకణాలు చిక్కుకుని స్కందనం ఏర్పడుతుంది.
- ఫైబ్రిన్ దారాలు దెబ్బతిన్న రక్తనాళపు అంచులకు అతుక్కొని సంకోచించడం వలన వాటి అంచులు దగ్గరకు లాగబడతాయి.
- రక్తం గడ్డకట్టిన తర్వాత మిగిలిన గడ్డిపసుపు రంగు ద్రవాన్ని 'సీరం' (Serum) అంటారు.

ప్రోత్రాంబిన్ —(థ్రాంబోకైనేజ్)→ త్రాంబిన్

ఫైబ్రినోజన్ —(త్రాంబిన్)→ ఫైబ్రిన్

రక్తస్కందనంలో 'K' విటమిన్ పాత్రను మీ ఉపాధ్యాయునితో చర్చించండి.

పటం-14(ఎ): రక్తనాళంలో రక్తకణాలు



పటం-14(బి): రక్తం గడ్డకట్టుట

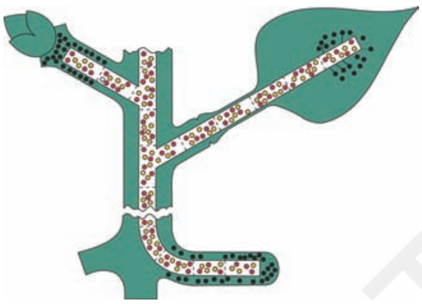
రక్తం గడ్డకట్టటానికి సాధారణంగా సుమారు 3 నుండి 6 నిముషాల సమయం పడుతుంది. కాని కొందరు వ్యక్తులలో 'K' విటమిన్ లోపం వలన రక్తం గడ్డకట్టడానికి చాలా ఎక్కువ సమయం పట్టవచ్చు. జన్యులోపం వలన కూడా కొందరిలో రక్తం గడ్డకట్టడం జరగదు. ఈ లోపాన్ని 'హీమోఫీలియా' (Haemophilia) అంటారు. దగ్గరి సంబంధీకుల మధ్య పెళ్ళిళ్ళు జరగడం వలన కలిగే పిల్లల్లో ఈ వ్యాధి గ్రస్థులు ఎక్కువ.

తలసేమియా అనే వంశపారంపర్య వ్యాధి వలన రక్తంలో హిమోగ్లోబిన్ తక్కువగా ఉంటుంది. వీటికి సంబంధించిన వివరాలు అనుబంధంలో చూడండి.

మొక్కలలో పదార్థాల రవాణా

జంతువులలో పోషక పదార్థాలు మరియు ఆక్సిజన్ కణాలకు నిరంతరంగా సరఫరా కావడానికి జీవక్రియలు సమర్థవంతంగా నిర్వహించడానికి బాగా పరిణతి చెందిన రవాణా వ్యవస్థ ఉంది.

- మొక్కలలో కూడా జంతువుల మాదిరిగా రక్తప్రసరణ వ్యవస్థ ఏదైనా ఉందా?



పటం-15: రవాణా

కింది తరగతులలో మనం వాన్‌హెల్మాంట్ చేసిన ప్రయోగాన్ని మరొకసారి అధ్యయనం చేసాం. ఈ ప్రయోగం ద్వారా మొక్కలు నేలలోని ఖనిజ లవణాలు మరియు నీటిని వేర్ల ద్వారా గ్రహిస్తాయని తెలుసుకున్నాం. వేర్లు శోషించిన నీరు, పత్రాలలో తయారైన ఆహార పదార్థం దారువు (xylem) మరియు పోషక కణజాలం (phloem) అనే నాళికా పుంజ (vascular bundles) వ్యవస్థ ద్వారా మొక్క యొక్క ఇతర భాగాలకు సరఫరా అవుతాయి. వేర్లలో దారు కణజాలం కేంద్రం నుండి పరిధి వైపు విస్తరిస్తే కాండంలో దారు కణజాలం నాళికా పుంజంలో కేంద్రం/దవ్వవైపు అమరి ఉంటాయి.

నీరు ఎలా శోషించబడుతుంది?

వేర్లు నేలలోని ఖనిజ లవణాలను శోషిస్తుందని మనకు తెలుసు కాని ఇది ఎలా సాధ్యమవుతుంది?

- దీని వెనుకనున్న యాంత్రికం ఏమిటి?
- వేర్లు నీటితో నేరుగా సంబంధాన్ని ఏర్పరుచుకుంటాయా?
- నీరు ఎలా శోషించబడుతుంది?

కృత్యం-5

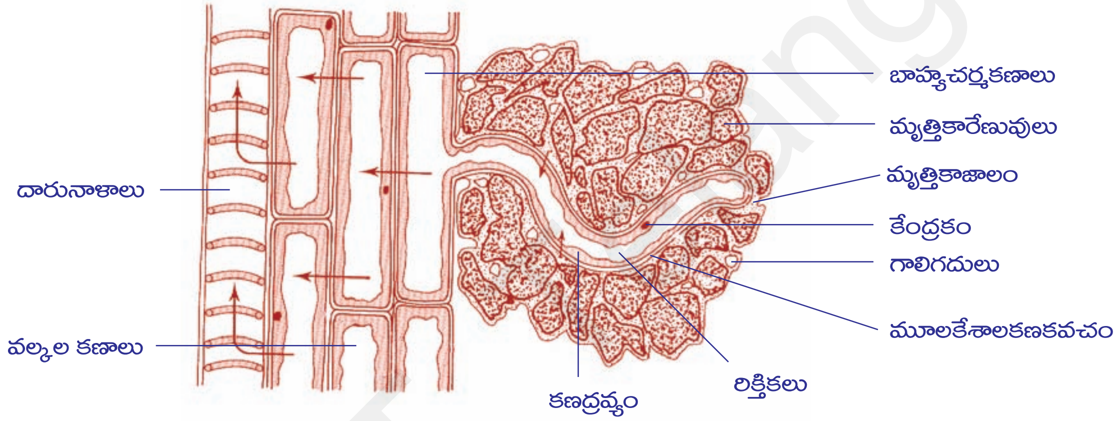
మూలకేశాల శోషణ

ఈ కృత్యాన్ని నిర్వహించడానికి సజ్జలు లేక ఆవాల విత్తనాలను తడి అద్దుడు కాగితంపై మొలకెత్తించాలి. పెంచిన ఆవాల మొలకలను తీసుకుని పరీక్షించండి. వేర్ల నుండి బయలుదేరిన

SCERT, Telangana

సన్నని దారాల వంటి నిర్మాణాలను భూతద్దంతో పరిశీలించండి. వీటినే మూలకేశాలు (root hairs) అంటారు. వీటి ద్వారా నీరు మొక్కలలోకి ప్రవేశిస్తుంది. కొంత వేరు భాగాన్ని తీసుకుని దానిపై కొద్దిగా నీటి చుక్కను వేయండి. కవర్‌స్లిప్‌తో కప్పి చిదిమినట్లు అయ్యేలా నెమ్మదిగా నొక్కి సూక్ష్మదర్శినిలో పరీక్షించండి. మూలకేశాల గోడలు సన్నగా ఉండటాన్ని గమనించండి. నీరు మూలకేశాల నుండి దారువు వరకు కదలికలో ద్రవాభిసరణ ప్రధాన పాత్ర వహిస్తుంది.

ప్రతికణం ద్రవాభిసరణ వ్యవస్థను కలిగి ఉంటుంది. కణాన్ని ఆవరించి ఉన్న కణకవచానికి ఆనుకొని ఉన్న కణ ద్రవ్యపొర పారగమ్యత్వచంగా పనిచేస్తుంది. కింది బొమ్మను పరిశీలించండి. వేరు నేలలో ఎలా చొచ్చుకుని పోయిందో చూడండి. మట్టి రేణువుల మధ్య గల ఖాళీ ప్రదేశాలలోకి మూలకేశాలు చొచ్చుకుపోయాయి. వాటి చుట్టూ తేమ ఆవరించి ఉండటం గమనించవచ్చు.



పటం-16: మృత్తికాజలం మూలకేశాలతో సంబంధాన్ని చూపే వేరు నిలువుకోత

పటంలో బాణం గుర్తులు నీటి ప్రవాహ దిశను సూచిస్తాయి.

మృత్తిక నీరు లవణాలతో కూడిన సజల ద్రావణం. మూలకేశాలలోని కణరసం గాఢత మృత్తిక నీరు ద్రావణ గాఢతకంటే ఎక్కువ ఉంటుంది. అందువలన ద్రవాభిసరణ ద్వారా మూలకేశాలలోని రిక్తికలలోకి నీరు ప్రవహిస్తుంది. మీరు 9వ తరగతిలోని ప్లాస్మాత్వచం గుండా పదార్థాల రవాణా అనే పాఠంలో చదివిన ద్రవాభిసరణ ప్రక్రియను జ్ఞప్తికి తెచ్చుకోండి. నీరు లోపలికి ప్రవేశించడం వలన మూలకేశాలలోని పదార్థాల గాఢత తగ్గుతుంది. దీని ఫలితంగా నీరు పక్కనున్న కణాలకు ప్రవహించి వాటి గాఢతను కూడా తగ్గుతుంది. చివరిగా నీరు దారు నాళాలలోకి చేరుతుంది. ఎక్కువ సంఖ్యలో మూలకేశాలు మరియు వేరు కణాలు ఈ ప్రక్రియలో పాల్గొనటం వలన దారునాళాలలో పీడనం ఏర్పడుతుంది. ఈ పీడనం నీటిని పైకి నెట్టడానికి ఉపయోగపడుతుంది. ఈ మొత్తం పీడనాన్ని వేరు పీడనం (root pressure) అంటారు. దారువులో నీటి కదలికకు వేరు పీడనం ఒక్కటే కారణం కాదు. కాని ఇది ఒక కారకం మాత్రమే. ఇంకా వేరే కారకాలు కూడా ఉన్నాయి. వీటి గురించి వివరంగా పై తరగతులలో నేర్చుకుంటారు.

కృత్యం-6

పటం-17: వేరు పీడనం

వేరు పీడనం

కుండీలో పెరుగుతున్న మొక్కను తీసుకోండి. భూమి ఉపరితలం కంటే 1సెం.మీ పైన ఉండే విధంగా కాండం భాగాన్ని కోయండి. బొమ్మలో చూపిన విధంగా గాజుగొట్టాన్ని కోసిన కాండ భాగానికి రబ్బరు గొట్టంతో గట్టిగా కట్టండి. గాజుగొట్టం పరిమాణం కాండ పరిమాణం ఒకేవిధంగా ఉండాలి. వాటిని కలిపేటప్పుడు గట్టిగా జాగ్రత్తగా కట్టాలి. గాజు గొట్టం నుండి నీరు వెలుపలికి రాకుండా చూడాలి. గాజుగొట్టంలో కొంచెం నీళ్ళు పోయండి. నీటిమట్టం రబ్బరు గొట్టం కంటే కాస్త పైకి కనబడే విధంగా ఉండాలి. గొట్టంలో నీటి మట్టం (M_1) ను కొలిచి నమోదుచేయండి.

2-3 గంటల పాటూ ప్రయోగ అమరికను కదపకుండా ఒకచోట ఉంచండి. తరువాత గాజుగొట్టంలో నీటిమట్టం (M_2) ను నమోదుచేయండి.

- నీటిమట్టంలో పెరుగుదల గమనించారా?
- ఈ చర్యలో దారువు పాత్ర ఏమిటి?

M_1 మరియు M_2 మధ్య గల తేడా కాండంలోని నీటి పెరుగుదలను సూచిస్తుంది. వేరు పీడనం వలన నీటి మట్టం పెరిగింది.

మొక్కలలో నీరు రవాణా అయ్యే యాంత్రికం

దారునాళాలలోని నీటి స్తంభంపై అడుగు నుండి ఏర్పడే ఒత్తిడి వేరు పీడనం వలన కలుగుతుందని తెలుసుకున్నాం. యూకలిప్టస్ వంటి అతిపెద్ద వృక్షాలు దాదాపు 180 మీటర్ల పొడవును కలిగి ఉంటాయి. అటువంటి వాటిలో నీరు పైకి ఎలా వెళ్తుంది?

పటం-18: భాష్పోత్సేకం

కిందటి తరగతులలో చదివిన భాష్పోత్సేకాన్ని తెలియజేసే కృత్యాన్ని జ్ఞప్తికి తెచ్చుకోండి. పాలిథిన్ కవర్‌లోపలి భాగంలో నీటి ఆవిరి కాని లేదా నీటి బిందువులు కాని ఎక్కడి నుండి వచ్చాయి?

పత్రాల నుంచి నీరు ఆవిరి రూపంలో వెలుపలికి రావటాన్ని భాష్పోత్సేకం (transpiration) అంటాం. పత్రాలలోని పత్రరంధ్రాల ద్వారా మరియు కాండంలోని వాయురంధ్రాల (lenticels)ద్వారా నీరు ఆవిరైపోతుంది. పత్రాలలో జరిగే భాష్పోత్సేకం వలన దారు నాళాలలోని నీటి స్తంభం నిరంతరంగా పైకి లాగబడుతుంది.

పత్రంలోని దారునాళాల కొనల చుట్టూ పత్రాంతర కణజాలంతో ఆవరించబడి ఉంటుంది. వీటిలో కణరసం ఉంటుంది. దారునాళం నుంచి నీరు పత్రాంతర కణాల గోడల ద్వారా నిరంతరం వాతావరణంలోకి

ఆవిరైపోవడం వలన నీరు నిరంతరం పైకి లాగబడుతుంది. కాబట్టి దారునాళాలలో ఏర్పడే నీటి అణువుల మధ్య ఏర్పడే బలమైన ఆకర్షణల వలన (tensile strength) నీటిస్తంభంలో అంతరాయం ఏర్పడదు. నీటి అణువుల ఈ లక్షణాన్ని మనం స్ట్రా ద్వారా శీతల పానీయాలు తాగేటప్పుడు గమనిస్తుంటాం.

ఇప్పుడు మనకు వృక్షాలలో నీరు ప్రసరించే అంశంపై ఒక అవగాహన కలిగింది కదా! నేలలోని మూలకేశాలు ద్రవాభిసరణ ద్వారా శోషించబడిన నీరు దారునాళాలలోకి పంపబడడం వలన వేరు మరియు కాండం నుండి పత్రం వరకు నిరంతర వ్యవస్థగా ఏర్పడి అక్కడ నుండి ఆవిరి రూపంలో వాతావరణంలోకి పంపబడుతుంది. నీరు పైకి లాగటంలో భాష్పోత్సేకం ప్రధాన పాత్ర వహించగా కింది నుండి నీరు పైకి నెట్టడంలో వేరు పీడనం కూడా కొద్ది మొత్తంలో పాత్ర వహిస్తుంది. దీని ఫలితంగా నీరు నిరంతరంగా వేరునుండి చిట్టచివరి ఆకు వరకు ప్రసరిస్తూ ఉంటుంది.

భాష్పోత్సేకానికి వర్షపాతానికి ఏమైనా సంబంధం ఉందా?

మొక్కలలో ఎల్లప్పుడు తగినంత నీరు నిరంతరంగా ప్రసరిస్తుంటుంది. ఉదాహరణకి ఒక పెద్ద ఓక్ వృక్షం ప్రతిరోజు 900లీటర్ల నీటిని భాష్పోత్సేకం ద్వారా ఆవిరి రూపంలో వెలుపలికి పంపుతుంది. వీటి వలననే అడవులలో గాలి ఎక్కువగా నీటి ఆవిరితో సంతృప్తం చెందుతుంది. నీటి ఆవిరితో నిండి పవనాలు అటువైపుగా వీచేటప్పుడు అక్కడి వాతావరణంలోని గాలి నీటి ఆవిరితో మరింతగా సంతృప్తం చెందుతాయి, కాబట్టి వర్షం కురుస్తుంది.

అందుకే మైదాన ప్రాంతాల కంటే కూడా అటవీప్రాంతాలలో ఎక్కువ వర్షపాతం ఉంటుంది.

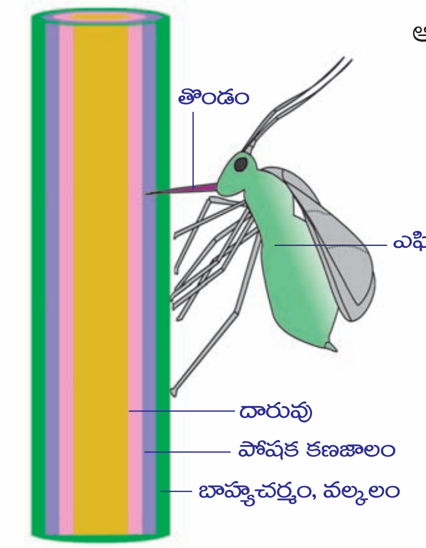
మీకు తెలుసా?

మొక్కల ద్వారా ఎంత నీరు భాష్పోత్సేకం చెందుతుంది? ఏపుగా పెరిగిన ఒక మొక్కజొన్న మొక్క వారానికి 15 లీటర్ల నీరు భాష్పోత్సేకం ద్వారా వాతావరణంలోకి పంపుతుంది. ఒక ఎకరం విస్తీర్ణంలోని మొక్కజొన్న తోట నుండి 13,25,000 లీటర్ల నీరు ఆవిరి అవుతుంది. ఒక పెద్ద మామిడి చెట్టు వసంతకాలంలో రోజుకు 750 నుండి 3,500 లీటర్ల నీటిని భాష్పోత్సేకం ద్వారా బయటకు పంపుతుంది.

ఖనిజ లవణాల రవాణా

మొక్కల పోషణకు ఖనిజ లవణాలు (స్థూల, సూక్ష్మపోషకాలు) అవసరమనే విషయాన్ని మనం కింది తరగతుల్లో చదువుకున్నాం. మృత్తిక ద్రావణం నుండి మూలకేశాల ద్వారా ఖనిజ లవణాలు గ్రహింపబడతాయి. ఈ లవణాలన్నీ విద్యుదావేశ అయాన్‌ల రూపంలో ఉంటాయి. ఉదాహరణకు సోడియం క్లోరైడ్ (Na^+, Cl^-) అయాన్‌ల రూపంలోనూ, మెగ్నీషియం సల్ఫేట్ (Mg^{2+}, So_4^{2-}) అయాన్ల రూపంలో ఉంటాయి. ఇవి మూలకేశాల ద్వారా వ్యాపనం పద్ధతిలో కాకుండా కణద్రవ్య శక్తిని వినియోగించి శోషించబడుతాయి. వీటి గురించి మనం తరువాత తరగతిలో నేర్చుకుందాం. అయాన్‌లు శోషించబడిన తరువాత నీటి ద్వారా దారునాళాల లోకి చేరుకుని అక్కడ నుండి పెరుగుదల స్థానాలకు వెళ్ళి పెరుగుదలకు వినియోగించ బడుతాయి. కొన్ని సందర్భాలలో దారువు నుండి పోషక కణజాలానికి పార్శ్వంగా కూడా ప్రసరిస్తాయి. మొక్కల పెరుగుదలలో ఖనిజ లవణాలు ప్రముఖ పాత్ర పోషిస్తాయి.

తయారైన ఆహారం రవాణా



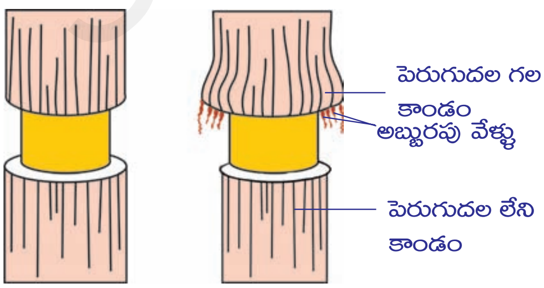
పటం-19: మొక్క నుండి ఎఫిడ్ ఆహారాన్ని సేకరించుట

ఆకుపచ్చటి మొక్కలలో ఆకులలో తయారైన ఆహారం చక్కెర రూపంలో మిగిలిన కణాలకు రవాణా చేయబడుతుంది. ముఖ్యంగా చురుకుగా పెరిగే భాగాలు మరియు నిల్వచేసే భాగాలకు రవాణా చేయబడుతుంది.

ఆకులలోని ఈనెలలో దారువు మరియు పోషక కణజాలాలు ఉంటాయని మనకు తెలుసు. ఇవి కాండంలోని కణజాలంతో అనుసంధానమై ఉంటాయి. కింది ప్రయోగం పోషక కణజాలం ద్వారా ఆహార పదార్థాల రవాణా జరుగుతుందని తెలియజేస్తుంది.

పోషక కణజాలంలోని చాలనీనాళాలు (sieve tubes) చాలా చిన్నవిగా ఉంటాయి. జీవశాస్త్రవేత్తలు మొక్కలలో ఆహార పదార్థాల రవాణాను పచ్చపురుగులు (aphids) ద్వారా అధ్యయనం చేశారు. ఎఫిడ్‌లు లేత కాండం చుట్టూ గుమికూడి మొక్కరసాన్ని పీలుస్తాయి. రసం పీల్చడానికి ఎఫిడ్ పొడవుగా సూదిమాదిరిగా ఉండే తొండాన్ని (proboscis) మొక్క కణజాలాలలోనికి చొప్పిస్తుంది. రసాన్ని పీల్చేటపుడు ఎఫిడ్లని చంపి కాండం అడ్డుకోతను జాగ్రత్తగా పరిశీలిస్తే ప్రోబోసిస్ పోషక కణజాలంలోని చాలనీ నాళాల వరకు మాత్రమే చొచ్చుకుపోయినట్లు శాస్త్రవేత్తలు గుర్తించారు. ప్రోబోసిస్‌లో ఉన్న రసాన్ని విశ్లేషించడానికి శాస్త్రవేత్తలు కింది ప్రయోగాన్ని చేశారు. మొక్క రసాన్ని పీల్చేటప్పుడే ఎఫిడ్‌ను చంపి ప్రోబోసిస్ భాగం పోషక కణజాలంలో ఉండే విధంగా ఎఫిడ్ శరీర భాగాన్ని వేరుచేశారు. పోషక కణజాలంలోని స్వల్ప పీడనంవల్ల రసం కోసిన ప్రోబోసిస్ భాగం గుండా రసం చుక్కల రూపంలో కారుతుండడాన్ని గుర్తించారు. ఈ ద్రవరూప చుక్కలని సేకరించి విశ్లేషించగా అందులో చక్కెరలు మరియు అమైనో ఆమ్లాలు ఉన్నాయని తెలిసింది.

ఎఫిడ్లు (aphids) పోషక కణజాలం నుంచి ఎక్కువ మొత్తంలో చక్కెరను గ్రహించినప్పటికీ మొత్తాన్నీ శోషించలేవు. మిగిలిన చక్కెర చిక్కటి ద్రవరూపంలో పాయువునుండి వెలుపలికి వస్తుంది. దీనిని తేనె (honey-dew) అంటారు. అందువల్లనే ఎఫిడ్స్ ఉన్న మొక్కల కాండం, ఆకులు చేతితో తాకితే అంటుకున్నట్లుగా ఉంటాయి.



పటం-20: వలయాకారంలో బెరడును తొలగించిన కాండం

మీరు కొన్ని సందర్భాలలో చెట్లలో సగానికిపైగా బెరడు పూర్తిగా నశించిపోయినప్పటికీ చెట్టు సజీవంగా ఉండడాన్ని చూసే ఉంటారు. ఇది ఎలా సాధ్యం!

పోషక కణజాలం ద్వారా చక్కెరలు రవాణా చేయబడ-తాయని మరొక ప్రయోగం ద్వారా కూడా నిరూపించవచ్చు. దారువు కనబడే విధంగా దాని చుట్టూ ఉన్న బెరడును తొలగించాలి. మధ్యభాగం మాత్రం ఉంచి మిగిలిన మొత్తం

కణజాలాన్ని పోషక కణజాలంతో సహా తొలగించాలి. కొన్ని రోజుల తరువాత తొలగించిన బెరడు పైభాగాన్ని, కింది భాగంయొక్క కణజాలాన్ని విశ్లేషించినప్పుడు మనకు ఆహార పదార్థ నిలువలు వలయంగా ఏర్పడిన పై భాగంలో మాత్రమే కనబడతాయి. కింది భాగంలో కనబడవు. కొన్నిరోజుల తరువాత మనం అలాగే వదిలిపెడితే రింగుపై భాగంలో కాండం మందం పెరుగుతుంది. కాని కింది భాగంలో పెరుగుదల జరుగదు. అందువలన కాండం చుట్టూ ఉన్న కణజాలానికి ఎటువంటి నష్టం కలిగించినా వేరుకు ఆహార సరఫరా ఆగిపోతుంది. తద్వారా చెట్టు మరణిస్తుంది. ఈ అంశం చాలా ఆర్థిక ప్రాముఖ్యత కలిగినది. కొన్ని క్షీరదాలు పోషక కణజాలంలో ఉండే ఆహారం కోసం చెట్టు బెరడును తొలుస్తాయి.

సాధారణంగా పోషక కణజాలంలోని చక్కెర కొరకు శీతాకాలంలో ఆహారపు కొరత ఉన్నప్పుడు ఇలా చేస్తుంటాయి. చిట్టెలుకల వంటి కొన్ని జంతువులు చిన్నచిన్న మొక్కలకు హానిచేస్తుంటే కుందేళ్ళ వంటి జంతువులు పెద్దపెద్ద చెట్లను నాశనం చేస్తుంటాయి. కుందేళ్ళ వంటి జంతువుల వల్ల చెట్లకు హాని కలగకుండా అటవీ సంరక్షణకు ఇనుప తీగ వలను అమరుస్తారు. అయితే ఇది ఖర్చుతో కూడినది.

కీలక పదాలు

ప్రసరణ, కర్ణిక, జఠరిక, నాడీస్పందన, ధమని, సిర, స్టెతస్కోపు, బృహద్ధమని, రక్తకేశనాళిక, సిస్టోల్, డయాస్టోల్, హార్దికవలయం, రక్తపీడనం, శోషరసం, ఏకవలయ ప్రసరణం, ద్వివలయ ప్రసరణం, ద్విప్రసరణ వలయం, రక్త స్కందనము, స్ఫిగ్మోమానోమీటర్, ప్రోత్రాంబిన్, త్రాంబిన్, ఫైబ్రినోజన్, ఫైబ్రిన్, మూలకేశాలు, ప్రథమ మూలం, వేరుపీడనం, మొక్కల పోషకాలు, దారువు, పోషక కణజాలం, నాళికాపుంజాలు.

మనం ఏం నేర్చుకున్నాం?

- నాడీస్పందన హృదయస్పందనకు సమానంగా ఉంటుంది. ఏ పరికరం సహాయం లేకుండానే మనం హృదయస్పందనను కొలవవచ్చు.
- మొట్టమొదటిసారిగా స్టెతస్కోపును రెనిలెన్నెక్ అను శాస్త్రవేత్త కనుగొన్నాడు.
- గుండె రెండు హృదయావరణత్వచాలచే ఆవరింపబడి ఉంటుంది. వీటి మధ్య ఉండే ద్రవం గుండెను అఘాతాలనుండి కాపాడుతుంది.
- గుండెకు అతికి ఉన్న రక్తనాళాలలో దృఢంగా ఉండేవి ధమనులు. వీటిలో ధమనీచాపం శరీర భాగాలకు, పుపుస ధమని ఊపిరితిత్తులకు రక్తాన్ని తీసుకుపోతుంది.
- తక్కువ దృఢత్వం కలిగిన నాళాలను సిరలు అంటారు. పూర్వపరమహాసిరలు శరీర ఊర్ధ్వ, అధోభాగాలనుండి రక్తాన్ని సేకరిస్తాయి. పుపుస సిరలు ఊపిరితిత్తులనుండి రక్తాన్ని సేకరిస్తాయి.
- గుండెలో నాలుగు గదులుంటాయి. పూర్వభాగంలో రెండు కర్ణికలు, పరభాగంలో రెండు జఠరికలు ఉంటాయి.

SCERT Telangana

- ఒక వైపున గల కర్ణికజఠరికలు కర్ణికజఠరికా రంధ్రం ద్వారా కలుపబడి ఉంటాయి. కర్ణికాంతార విభాజకం అనే కండర పొర కర్ణికలనూ జఠరికాంతర విభాజకం జఠరికలను వేరుచేస్తుంది.
- కర్ణికలు, జఠరికల మధ్య రంధ్రాలుంటాయి. ఈ రంధ్రాలను కర్ణికా జఠరికా కవాటాలు మూసి ఉంచుతాయి.
- ధమనీ చాపం, పుపుస ధమనిలో కూడా కవాటాలుంటాయి.
- గుండె కుడివైపు భాగం శరీర భాగాలనుండి ఆమ్లజని రహిత గ్రహించి ఊపిరితిత్తులకు పంపుతుంది.
- గుండె ఎడమవైపు భాగం ఊపిరితిత్తుల నుండి ఆమ్లజని సహిత గ్రహించి శరీర భాగాలకు పంపుతుంది.
- పుపుస ధమని తప్ప మిగిలిన ధమనులన్నీ ఆమ్లజనియుత రక్తాన్ని శరీరభాగాలకు సరఫరా చేస్తాయి. పుపుస సిర తప్ప మిగిలిన సిరలన్నీ ఆమ్లజని రహిత రక్తాన్ని గుండెకు చేరుస్తాయి.
- గుండె ఒక సంకోచం వెంటనే ఒక యధాపూర్వస్థితికి (సడలింపు) రావడాన్ని హార్దికవలయం అంటారు.
- శరీర అవయవాలకు చేరేటపుడు రక్తం ఒక్కసారి మాత్రమే గుండెకు చేరడాన్ని ఏకవలయప్రసరణ అనీ రెండుసార్లు రావడాన్ని ద్వంద్వవలయ ప్రసరణ అనీ అంటారు.
- K విటమిన్ లోపం ఉన్నవారిలో రక్తస్కందనం జరగదు.
- మొక్కలు నేలలోని లవణాలు కరిగిన నీటిని ద్రవాభిసరణ పద్ధతిలో వేళ్ళ ద్వారా గ్రహిస్తాయి.
- నీరు దారువు ద్వారా, పోషక పదార్థాలు పోషక కణజాలం ద్వారా సరఫరా అవుతాయి.
- మొక్కలలో భాష్పోత్సేకానికి ప్రసరణ వ్యవస్థకు మధ్య సంబంధం ఉంటుంది.
- జీవశాస్త్రవేత్తలు ఎఫిడ్‌ల సహాయంతో పోషక కణజాలాల గురించి తెలుసుకోగలిగారు.

అభ్యసనాన్ని మెరుగుపరచుకుందాం

F3J3B6

1. ప్రసరణ వ్యవస్థ అంటే ఏమిటి? ఇది జీవులకు ఏవిధంగా ఉపయోగపడుతుందో రాయండి.(AS1)
2. ప్లాస్మా మరియు రక్తం మధ్య గల సంబంధం ఏమిటి?(AS1)
3. గుండెనుండి ఏ రక్తనాళం శరీర భాగాలకు రక్తాన్ని సరఫరా చేస్తుంది?(AS1)
4. మన శరీరంలో గల మూడు ప్రధానమైన రక్తనాళాలను పేర్కొనండి.(AS1)
5. మన శరీరంలో అతిపెద్ద ధమని ఏది? ఇది పెద్దదిగా ఉండడానికి కారణమేమిటి?(AS1)
6. ఆక్సీకరణం చెందడం కోసం రక్తాన్ని తీసుకువెళ్ళే రక్తనాళాలు ఏవి?(AS1)
7. లింఫ్‌నాళాలు, సిరలలో ఉండి ధమనులలో లేని నిర్మాణాలు ఏమిటి?(AS1)
8. రక్తఫలకికల యొక్క ఉపయోగాలు రాయండి.(AS1)
9. కిందివాని మధ్య బేధాలు రాయండి.(AS1)

   (ఎ) సిస్టోల్ – డయాస్టోల్ (బి) ధమనులు–సిరలు (సి) దారువు–పోషక కణజాలం
10. మూలకేశాల ద్వారా మొక్కలు నీటిని గ్రహించే విధానాన్ని వివరించండి.(AS1)
11. వేరు పీడనం అంటే ఏమిటి? ఇది మొక్కకు ఏవిధంగా ఉపయోగపడుతుంది?(AS1)
12. పోషక కణజాలం కొన్ని జంతువులకు ఆహారంగా ఉపయోగపడుతుంది? దీనిని నీవు ఎలా సమర్థిస్తావు?(AS1)

SCERT, Telangana

13. కింది పేరాలు చదవండి. ఖాళీలలో సమాచారాన్ని నింపండి.

- **గుండె నాలుగు గదులతో కూడిన కండరయుతమైన నిర్మాణం. గదులను విభజిస్తూ విభాజక పొర ఉంటుంది. గుండెలో గల విభాజక పొరలకు పేర్లు పెట్టండి.**

(ఎ) రెండు కర్ణికల మధ్యగల విభాజకాన్ని కర్ణికాంతర విభాజకం అంటారు.

(బి) రెండు జఠరికల మధ్యగల విభాజకాన్ని ________________ అంటారు.

(సి) ఒక కర్ణిక దాని దిగువన ఉన్న జఠరికల మధ్య ఉన్న విభాజకాన్ని ________________ అంటారు.

- **గుండెలోని రెండు గదులను కలుపుతూ ఉండే మార్గాన్ని రంధ్రం (aperture) అంటారు. కర్ణికలు, జఠరికల మధ్య ఉండే రంధ్రాలకు పేర్లు పెట్టండి.**

(ఎ) కుడికర్ణిక, కుడి జఠరికలను కలుపుతూ ఉండే రంధ్రాన్ని ________________అంటారు.

(బి) ఎడమ కర్ణిక, ఎడమ జఠరికలను కలుపుతూ ఉండే రంధ్రాన్ని ________________అంటారు.

తమగుండా ఒకదిశలో మాత్రమే పదార్థాలు ప్రయాణించడానికి అనుమతించే రంధ్రాన్ని కవాటం అంటారు.

(ఎ) గుండె గదుల మధ్య ఉండే కవాటాలకు పేర్లు రాయండి.

(బి) ఎడమ కర్ణిక, ఎడమ జఠరికల మధ్య ఉండే కవాటం ________________.

(సి) కుడి కర్ణిక, కుడి జఠరికల మధ్య ఉండే కవాటం ________________.

14. కాళ్ళలో ఉండే సిరల్లో కవాటాలు రక్త ప్రవాహాన్ని అడ్డుకోకపోతే జరిగే పరిణామాలేమిటో ఊహించండి.(AS2)

15. మొక్కల మూలకేశ కణాలలోని కణద్రవ్యం గాఢత ఎక్కువయినపుడు ఏమి జరుగుతుంది?(AS2)

16. జాన్ కాగితం కప్పు, ప్లాస్టిక్ గొట్టాలను ఉపయోగించి స్టెతస్కోపును తయారుచేశాడు. అతడు అనుసరించిన విధానాన్ని రాయండి.(AS3)

17. పోషక కణజాలం ద్వారా మొక్కలలో ఆహారం రవాణా జరుగుతుందని తెలపడానికి శాస్త్రవేత్తలు ఏ ప్రయోగాన్ని చేస్తావు? ఎలా చేసారో వివరించండి.(AS3)

18. ఎఫిడ్‌లపై శాస్త్రవేత్తలు చేసిన ప్రయోగాల సారాంశం ఏమిటి?(AS3)

19. మీ పాఠశాలలో ఉండే ఉపాధ్యాయుల లేదా మీ ఇంటి చుట్టుపక్కల ఉండే వారి రక్తపీడన సమాచారాన్ని సేకరించండి. వారిలో ఎక్కువ రక్తపీడనం (high B.P.) తక్కువ రక్తపీడనం (low B.P.) గలవారు ఎదుర్కొంటున్న ఆరోగ్య సమస్యల గురించి నివేదిక రాయండి.(AS4)

20. ఏకవలయ, ద్వంద్వవలయ రక్తప్రసరణను తెలియజేసే బ్లాక్ డయాగ్రం గీసి రెండింటి మధ్య తేడాలు రాయండి.(AS5)

21. ఆకుల గుండా జరిగే బాష్పోత్సేకాన్ని, వేళ్ళ గుండా జరిగే నీటి శోషణను తెలియజేసే నమూనా పటం గీయండి.(AS5)

22. మానవునిలో విస్తరించి ఉన్న రక్తప్రసరణ వ్యవస్థ నిర్మాణాన్ని నీవు దేనితో పోలుస్తావు?(AS6)

23. హీమోఫిలియా అనగానేమి ?(AS1)

24. హృదయస్పందనపై ఏదైనా ఒక కార్టూన్‌ను తయారుచేయండి.(AS7)

25. ఈ పాఠం చదివిన తరువాత ప్రయాణ సమయాల్లో కాళ్ల వాపు గురించి మీ పెద్దలకు నీవు ఏమి సలహాలిస్తావు?(AS7)

SCERT, Telangana

సరైన సమాధానాన్ని గుర్తించండి

1. కార్డియాక్ అన్న పదం మన శరీరంలో ఈ అవయవానికి సంబంధించినది. ( )
   (ఎ) గుండె (బి) సిర (సి) లింఫ్ గ్రంథి (డి) రక్తకేశనాళిక
2. గుండెలో ఏ భాగంలో ఉండే రక్తంలో తక్కువ ఆక్సిజన్ ఉంటుంది? ( )
   (ఎ) కుడి కర్ణిక (బి) కుడి జఠరిక (సి) ఎడమ కర్ణిక (డి) ఎ మరియు బి
3. కిందివానిలో ఏ భాగం రక్త ప్రసరణను నియంత్రిస్తుంది? ( )
   (ఎ) ధమనులు (బి) సిరలు (సి) కవాటాలు (డి) రక్తకేశనాళిక
4. కిందివానిలో ఏది సరైనది కాదు? ( )
   ఎ) రక్త స్కంధనం తరువాత మిగిలిన ద్రవాన్ని 'సీరం' అంటారు.
   బి) శోష రసం రక్తాన్ని కణాలతో జోడించే ప్రధానమైన పదార్థం.
   సి) దారువు, పోషక కణజాలలు నీటిని, ఆహార పదార్థాలను సరఫరా చేస్తాయి.
   డి) కీటకాలలో సంవృత రక్త ప్రసరణ వ్యవస్థ ఉంటుంది.
5. ఎఫిడ్ తన తొండాన్ని మొక్కలో .... లోనికి చొప్పించి రసాన్ని పీలుస్తుంది. ( )
   ఎ) దారువు (బి) పోషక కణజాలం (సి) దవ్వ (డి) నాళికాపుంజం

అనుబంధం-1

రీసస్ కారకం

రక్తంలో ఉండే మరొక ప్రతిదేహమే రీసస్ కారకం. బ్రిటన్ దేశ జనాభాలో 85 శాతం మందిలో ఈ రకమైన ప్రతిదేహాలున్నట్లు గమనించారు. దీనిని మొట్టమొదటి సారిగా రీసస్ అనే జాతి కోతులలో గుర్తించారు. అందువల్ల ఈ ప్రతిదేహాలకు రీసస్ కారకం అని పేరు వచ్చింది. రక్తంలో ఈ ప్రతిదేహాలు కలిగిన వారిని Rh^+ గానూ లేని వారిని Rh^- గానూ గుర్తిస్తారు. సాధారణంగా Rh^- వ్యక్తుల ప్లాస్మాలో దీనికి సంబంధించిన ప్రతిరక్షకాలు ఉండవు. ఒకవేళ Rh^+ వ్యక్తి రక్తాన్ని Rh^- కు ఎక్కించినట్లయితే అతనిలో Rh^- ప్రతిరక్షకాలు ఏర్పడి Rh^+ రక్తకణాలను నాశనం చేస్తాయి. ఇది శిశువులలో తీవ్రమైన ఆటంకంగా పరిణమిస్తుంది.

ఒకవేళ Rh^+ పురుషుడు Rh^- స్త్రీని వివాహం చేసుకొన్నపుడు పుట్టే పిల్లల్లో కొందరు Rh^+ గానే ఉంటారు. గర్భంలో ఉన్నపుడు తల్లినుండి పిండానికి నిరంతరం రక్తం సరఫరా కావలసిన పరిస్థితి ఉంటుంది. బిడ్డ రక్తం తల్లి రక్తంతో కలిసిపోతుంది. అప్పుడు ఆమెలో ప్రతిరక్షకాలు ఏర్పడతాయి. తరువాత పుట్టే పిల్లలు కూడా Rh^+ అవుతున్నట్లయితే తల్లిలో ప్రతిదేహాల పరిమాణం పెరుగుతూపోతుంది. ఈ ప్రతిదేహాలు రక్తం ద్వారా బిడ్డకు చేరినట్లయితే వారు తీవ్రమైన రక్తహీనతకు గురవుతారు. కొన్నిసార్లు గర్భస్రావం, ప్రాణాపాయం కూడా జరగవచ్చు. ఇలాంటి సందర్భాలలో ప్రతిరక్షకాలు లేకుండా శిశువులో మొత్తం రక్త మార్పిడి చేయాల్సి ఉంటుంది. Rh^+ కారకం కలిగిన మొదటి శిశువు పుట్టగానే ప్రత్యేకమైన సూదిమందు ఇవ్వడం ద్వారా తరువాత పుట్టే పిల్లలకు హాని జరగకుండా వైద్యసదుపాయాలు అందుబాటులోకి వచ్చాయి.

SCERT Telangana

అనుబంధం-2

తలసేమియా

తలసేమియా అనేది వంశపారంపర్యంగా వచ్చే రక్తసంబంధ వ్యాధి. ఎర్రరక్త కణాలలో హీమోగ్లోబిన్ లోపించి రక్తహీనతకు దారితీస్తుంది. తలసేమియాతో బాధపడేవారిలో ఆక్సిజన్‌ను రవాణాచేసే హీమోగ్లోబిన్ తక్కువగా ఉత్పత్తి అవుతుంది. ఈ వ్యాధి అల్ఫా మరియు బీటా అనే రెండు రకాలు. హిమోగ్లోబిన్ ప్రోటీన్‌లో వివిధ భాగాలలో వచ్చే లోపాలవల్ల ఈ రెండు రకాల తలసేమియా వ్యాధులు వస్తాయి. తక్కువస్థాయి తలసేమియా వ్యాధిగ్రస్తులలో రక్తహీనత, కాలేయం, పిత్తాశయం పరిమాణం పెరగడం, వ్యాధినిరోధక శక్తి తగ్గడం పెరుగుదల నెమ్మదిగా ఉండడం. ఎముకలు సన్నబడి పెళుసుగా మారడం గుండెపోటు మొదలైన లక్షణాలు ఈ వ్యాధి సోకిన వారిలో కనిపిస్తాయి.

తలసేమియా కొన్ని వాస్తవాలు

- ఇది ఒక తీవ్రమైన వంశపారంపర్య, రక్తసంబంధ వ్యాధి.
- ప్రపంచ జనాభాలో 4.5 (250 మిలియన్లు) శాతం మంది తలసేమియా మైనర్ వ్యాధితో బాధపడుతున్నారు.
- సుమారు 35 మిలియన్ల భారతీయులు ఈ వ్యాధి కలిగించే అసాధారణ జన్యువును కలిగిన వాహకులు.
- ప్రపంచంలో ప్రతిసంవత్సరం లక్షమంది శిశువులు తలసేమియా మేజర్‌తో జన్మిస్తున్నారని అంచనా.
- మనదేశంలో ప్రతిసంవత్సరం 10 నుండి 12 వేలమంది పిల్లలు ఈ వ్యాధితో జన్మిస్తున్నారు.
- తలసేమియా వ్యాధిగ్రస్తుల జీవితకాలం పెంచాలంటే రక్తమార్పిడి, విలువైన మందులు అవసరం.
- వివాహం, గర్భధారణకు ముందు శిశుజననం తరువాత పరీక్షలు చేయించుకోవడం, అవగాహన కల్పించడం వల్ల ఈ వ్యాధిని నివారించవచ్చు.

చికిత్స

పెరుగుదల తక్కువగా ఉండడం, పెళుసు బారిన ఎముకలు తొందరగా వ్యాధులకు గురికావడం వంటి లక్షణాలను మొదటి ఏడాదిలోనే గుర్తించినట్లయితే తలసేమియా మేజర్‌ని తగ్గించడం తేలికవుతుంది. మొదటి సంవత్సరంలోనే శిశువులలో హిమోగ్లోబిన్ స్థాయిని, పెరుగుదలను జాగ్రత్తగా గమనిస్తుండాలి. హిమోగ్లోబిన్ పరిమాణం 70% కన్నా తగ్గినపుడు పిల్లల్లో పెరుగుదల లోపిస్తుంది. వారు క్రమం తప్పకుండా రక్తమార్పిడి చికిత్స చేయించుకోవాల్సి ఉంటుంది. ప్రపంచ ఆరోగ్య సమస్యల లెక్కల ప్రకారం హిమోగ్లోబిన్ స్థాయి 115-120 గ్రా./లీ. గా ఉండేలా చూడడం. ఈ చికిత్సలో ముఖ్యమైన అంశం ప్రతిమూడు నాలుగు వారాలకొకసారి గాఢత కలిగిన ఎర్రరక్తకణాలను ప్రవేశపెట్టడం ద్వారా చికిత్స చేస్తారు. మూలకణాల మార్పిడి ద్వారా తలసేమియా మేజర్ వ్యాధిని నయం చేయవచ్చు. ఈ వ్యాధితో బాధపడుతున్న పిల్లలకు వారి కణజాలాలకు సమానమైన కణజాలం కలిగిన వారి (HLA రకం) సోదర / సోదరిల నుండి సేకరించిన ఎముక మజ్జలో ఉండే ఎర్రరక్తకణాల మూలకణాల (ఎముక మజ్జ మార్పిడి) మార్పిడి ద్వారా చికిత్స చేయవచ్చు.

SCERT Telangana