10 जीवेषु श्वसनम्

जिज्ञासुः स्वस्य पितामहेन पितामह्या च सह मेलितुम् उत्सुकतापूर्वकं प्रतीक्षां कुर्वन् आसीत्, यौ वर्षानन्तरं नगरं प्रति आगच्छन्तौ आस्ताम्। सः शीघ्रम् एव लोकयानस्थानकं प्राप्तुम् इच्छति स्म, येन तयोः स्वागतं कर्तुं शक्नुयात् । एतदर्थं सः धावन् एव अगच्छत्, तथा च केषुचित् एव निमेषेषु लोकयानस्थानकं प्राप्नोत् । तस्य श्वासः वेगेन प्रचलति स्म । तस्य पितामही तम् अपृच्छत् यत् सः किमर्थं सवेगं श्वसिति ? जिज्ञासुः अकथयत् यत् सः धावन् आगतः वर्तते । सः आश्चर्यम् अनुभूतवान् यत् सः धावनानन्तरं किमर्थं सवेगं श्वसनं करोति इति । एषः प्रश्नः तस्य मस्तिष्के अभ्रमत् । जिज्ञासोः प्रश्नस्य उत्तरस्य ज्ञानात् पूर्वम् एतस्य अवगमनम् आवश्यकं यत् वयं श्वासं किमर्थं स्वीकुर्मः ? श्वासस्वीकरणं श्वसनप्रक्रमस्य एकः भागः वर्तते । आगच्छन्तु, वयं श्वसनस्य विषये पठामः ।

10.1 वयं श्वसनं किमर्थं कुर्मः?

द्वितीये अध्याये भवन्तः अपठन् यत् सर्वे जीवाः सूक्ष्मघटकैः निर्मिताः भवन्ति, यान् सूक्ष्मघटकान् वयं **'कोशिकाः'** इति कथयामः । कोशिका जीवस्य लघुतमः संरचनात्मकः क्रियात्मकः च घटकः भवति । जीवस्य प्रत्येकं कोशिका पोषण-परिवहन-उत्सर्जन-जननसदृशानि च कानिचन कार्याणि करोति । एतानि कार्याणि कर्तुं कोशिकायाः कृते ऊर्जायाः आवश्यकता भवति । भोजनसमये शयनसमये पठनसमये च अपि ऊर्जायाः आवश्यकता भवति। परन्तु इयम् ऊर्जा आयाति कुतः? किं भवन्तः वक्तुं शक्नुवन्ति यत् भवतां पितरौ भवतः नियतरूपेण भोजनं कर्तुं किमर्थं आग्रहं कुर्वन्ति ? भोजने सञ्चिता ऊर्जा श्वसनस्य समये निर्मुक्ता भवति । अतः सर्वेषां जीवानां भोजनेन ऊर्जायाः प्राप्त्यर्थं श्वसनस्य आवश्यकता भवति । श्वसनस्य प्रक्रमे वयं श्वासेन वायुम् अन्तः नयामः । भवन्तः जानन्ति यत् वायौ आक्सीजन् भवति । पश्चात् वयं श्वासं निष्क्रमन्तः अन्तःस्वीकृतं वायुं बहिः निस्सारयामः । अस्मिन् वायौ श्वासेन अन्तः स्वीकृतस्य वायोः तुलनायां 'कार्बन-डायाक्सायड' इत्यस्य मात्रा अधिका भवति । अर्थात् अयं 'कार्बन-डायाक्सायड' इति समृद्धः भवति । वयं यं वायुं श्वासेन अन्तः स्वीकुर्मः, तस्मिन् उपस्थितम् आक्सीजन् शरीरस्य सर्वेषु भागेषु तथा च अन्ततः प्रत्येकं कोशिकायां नीयते । कोशिकायाम् एतत् आक्सीजन् भोजनस्य विखण्डने साहाय्यं करोति । कोशिकायां भोजनस्य विखण्डनस्य प्रक्रमे ऊर्जा मुक्ता भवति । **एतत् कोशिकीय**-श्वसनं कथ्यते । सर्वेषां जीवानां कोशिकासु कोशिकीय-श्वसनं भवति ।

कोशिकायाः अन्तः भोजनम् ओषजनस्य उपयोगेन 'कार्बन-डायाक्सायड' इति तथा च जलरूपेण विखण्डितं भवति । यदा भोजनस्य विखण्डनम् ओषजनस्य उपयोगेन भवति, तदा एतत् **वायवीय-श्वसनं** कथ्यते । ओषजनस्य अनुपस्थितौ अपि भोजनं विखण्डितं भवितुं शक्नोति । अयं प्रक्रमः **अवायवीय-श्वसनं** कथ्यते । भोजनस्य विखण्डनेन विना अपि ऊर्जा निर्मुक्ता भवितुं शक्नोति ।

$$\text{द्राक्षौजम्} \xrightarrow{\text{ओषजनस्य उपस्थितौ}} \text{'कार्बन-डायाक्सायड'} + \text{जलम्} + \text{ऊर्जा}$$

संभवतः भवतां ज्ञानं स्यात् यत् सुरामण्डसदृशाः अनेके जीवाः वायोः अभावे विना जीवितुं शक्नुवन्ति । एतादृशाः जीवाः अवायवीयेन श्वसनेन ऊर्जां प्राप्नुवन्ति । एते **अवायवीयाः जीवाः** कथ्यन्ते ।

‘सुरामण्डः’ इति एक-कोशिकाजीवः अस्ति । ते अवायवीयरूपेण श्वसनं कुर्वन्ति तथा च अस्याः प्रक्रियायाः समये मद्यसारं (मद्यसारः) निर्मान्ति। अतः एतेषाम् उपयोगः मदिरा तथा च ‘यवमद्यम्’ इत्यादीनां निर्माणाय भवति।

आक्सीजन् इत्यस्य अनुपस्थितौ द्राक्षौजं, मद्यसाररूपेण तथा च कार्बनडायाक्सायडरूपेण विखण्डितः भवति, यथा निम्नसमीकरणेन प्रदर्श्यते -

$$\text{द्राक्षौजम्} \xrightarrow[\text{मध्यसारः+ ‘कार्बन-डायाक्सायड’ +ऊर्जा}]{\text{आक्सीजन् इत्यस्य अनुपस्थितौ}}$$

अस्माकं स्नायु-कोशिकाः अपि अवायवीयरूपेण श्वसनं कर्तुं शक्नुवन्ति, परन्तु एताः एतत् किञ्चित् कालं यावत् एव कर्तुं शक्नुवन्ति । वस्तुतः अयं प्रक्रमः तस्मिन् समये भवति, यदा आक्सीजन् इत्यस्य अल्पकालिक-अभावः भवति । दीर्घं कालं यावत् व्यायामकरणं, वेगपूर्वक-धावनं, बहुघण्टात्मकं कालं यावत् अटनं, द्विचक्रिकाचालनम् अथवा महतः भारस्य उद्धरणं च इत्यादीनाम् अनेकेषां कार्याणां कृते अधिकायाः ऊर्जायाः आवश्यकता भवति (चित्रम्-10.1) । परन्तु ऊर्जायाः उत्पन्नाय अस्माकं शरीरस्य कृते आक्सीजन् इत्यस्य आपूर्तिः सीमिता भवति।

चित्रम्-10.1 व्यायाम-करण-समये अस्माकं शरीरस्य केचन स्नायवः अवायवीयरूपेण श्वसनं कर्तुं शक्नुवन्ति।

एतासु स्थितिषु स्नायु-कोशिकाः अवायवीय-श्वसनेन ऊर्जायाः अतिरिक्ताम् अभियाचनां पूरयन्ति -

$$\text{द्राक्षौजम्} \xrightarrow[\text{लैक्टिक-अम्लः+ऊर्जा}]{\text{आक्सीजन् इत्यस्य अनुपस्थितौ}}$$

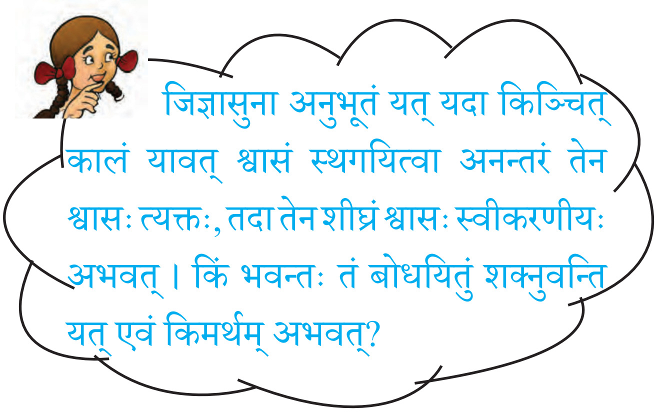
किं भवद्भिः कदाचित् चिन्तितं यत् अत्यधिकात् व्यायामात् अनन्तरं भवतां स्नायूनां उद्वेष्टनं किमर्थं भवति? उद्वेष्टनं तदा भवति, यदा स्नायवः अवायवीयरूपेण श्वसनं कुर्वन्ति। अस्मिन् प्रक्रमे द्राक्षौजस्य आंशिकविखण्डनेन लैक्टिक-अम्लः तथा च ‘कार्बन-डायाक्सायड’ इति निर्मिताः भवन्ति। लैक्टिक-अम्लस्य सञ्चयनं स्नायुषु उद्वेष्टनम् उत्पादयति। उष्णजलेन स्नात्वा तथा च अङ्ग-मर्दनं कारयित्वा वयं उद्वेष्टवेदनायाः मुक्ताः भवामः। किं भवन्तः अनुमातुं शक्नुवन्ति यत् एवं किमर्थं भवति ? उष्णजलेन स्नात्वा अथवा शरीरस्य मर्दनकारणेन रक्तस्य संचरणं वर्धते। एतस्य परिणामतः स्नायु-कोशिकासु च आक्सीजन् इत्यस्य आपूर्तिः अपि वर्धते। आक्सीजन् इत्यस्य आपूर्तिवर्धनेन लैक्टिक-अम्लस्य ‘कार्बन-डायाक्सायड’ अनिलरूपेण तथा च जलरूपेण पूर्णतया विखण्डनं भवति।

10.2 श्वसनम्

अवधानम्
एतं गतिविधिं स्वशिक्षकस्य / शिक्षिकायाः च पर्यवेक्षणे कुर्वन्तु।

स्वस्य नासापुटयोः मुखस्य च दृढतया पिधानं कुर्वन्तु तथा च घटीं पश्यन्तु। भवन्तः कियत् कालपर्यन्तम् एतस्यां स्थितौ स्थातुं शक्तवन्तः ? किञ्चित् कालानन्तरं भवद्भिः किम् अनुभूतम् ? भवन्तः तं कालं स्मरन्तु, यावत् भवन्तः स्वस्य श्वासं निरोद्धुं शक्तवन्तः (चित्रम्-10.2)।

चित्रम्-10.2 श्वासस्य स्थगनम्



अतः भवन्तः एतत् जानन्ति यत् भवन्तः श्वासं विना अधिकं कालं यावत् जीवितुं न शक्नुवन्ति ।

श्वासः अथवा श्वासोच्छवासः इत्युक्ते आक्सीजन् इत्यनेन समृद्धवायोः अन्तः कर्षणम् अथवा स्वीकरणं तथा च 'कार्बन-डायाक्सायड' इत्यनेन समृद्धवायोः बहिः निष्कासनम् । आक्सीजन् इत्यनेन समृद्धवायोः अन्तः स्वीकरणम् अन्तः श्वसनं तथा च 'कार्बन-डायाक्सायड' इत्यनेन बहिः निष्कासनम् उच्छवसनं अथवा निःश्वासः कथ्यते । अयम् एकः सततप्रक्रमः वर्तते, यः प्रत्येकं जीवस्य जीवने प्रतिसमयम् अर्थात् जीवनपर्यन्तं प्रवर्तते ।

काचन व्यक्तिः एकस्मिन् निमेषे यावत् वारं श्वसनं करोति, तत् तस्य श्वसनदरः कथ्यते । अन्तःश्वसनम् उच्छवसनं च इत्येते द्वे अपि सहैव जायमाने भवतः । एकस्य श्वासस्य अर्थः वर्तते, एकम् अन्तःश्वसनं तथा च एकम् उच्छवसनम् इति । किं भवन्तः स्वस्य श्वसनदरस्य ज्ञानं कर्तुं वाञ्छिष्यन्ति । किं भवन्तः एतत् अपि ज्ञातुम् इच्छन्ति यत् श्वसनदरः स्थिरः भवति अथवा अयं शरीरस्य आक्सीजनस्य आवश्यकतानुसारं परिवर्तितः भवति । आगच्छन्तु, वयम् एतत् ज्ञातुम् एकं गतिविधिं कुर्मः ।

गतिविधिः - 10.2

सामान्यतः अस्माकम् प्रबोधः एव न भवति यत् वयं श्वसनं कुर्वन्तः स्मः । यदि भवन्तः प्रयत्नं कुर्युः तर्हि भवन्तः श्वसनदरस्य गणनां कर्तुं शक्नुवन्ति । एतत् ज्ञातुं भवन्तः विश्रामस्थितौ उपविश्य श्वासं स्वीकुर्वन्तु त्यजन्तु च । जानन्तु यत् भवन्तः एकस्मिन् निमेषे कति वारं श्वासं स्वीकुर्वन्ति तथा च कति वारं बहिः त्यजन्ति ? किं भवन्तः तावत् एव अन्तः श्वसनं कुर्वन्ति यावत् उच्छवसनं कुर्वन्ति ? अधुना वेगपूर्वकं चलनस्य धावनस्य च अनन्तरं स्वस्य श्वसनदरस्य (श्वसनसङ्ख्या/निमेषः) गणनां कुर्वन्तु । धावनस्य पूर्णतया स्थगनात् पश्चात् तथा च पुनः पूर्ण-विश्रान्तेः पश्चात् स्वस्य श्वसनदरं जानन्तु । स्वस्य निष्कर्षान् 10.1-सारिण्यां लिखन्तु तथा च विभिन्नासु स्थितिषु स्वस्य श्वसनदरस्य तुलनां स्वस्य सहपाठिनां श्वसनदरेण कुर्वन्तु ।

उपर्युक्तेन गतिविधिना भवद्भिः एतत् अवश्यम् अनुभूतं स्यात् यत् यदा कस्मैचित् जनाय अतिरिक्तम् ऊर्जायाः आवश्यकता भवति, तर्हि सः शीघ्रं श्वसनम् आरभते । एतस्य परिणामतः अस्माकं कोशिकानां कृते अधिकस्य आक्सीजनस्य आपूर्तिः भवति ।

> कश्चन वयस्कः जनः विश्रामावस्थायाम् एकस्मिन् निमेषे सामान्यतः 15-18 वारं श्वासम् अन्तः स्वीकरोति तथा च बहिः निष्कासयति । अधिकव्यायामकरणे श्वसनदरः 25 वारं प्रतिनिमेषं वर्धयितुं शक्यते । यदा वयं व्यायामं कुर्मः तदा वयं न केवलं वेगेन श्वासं स्वीकुर्मः अपितु, वयं दीर्घं श्वासम् अपि स्वीकुर्मः, तथा च अनेन आक्सीजनस्य ग्रहणं कुर्मः ।

सारिणी-10.1 विभिन्न-परिस्थितिषु श्वसनदरे परिवर्तनम्

सहपाठिनः नाम	श्वसनदरः			
	सामान्या-वस्थायाम्	10 निमेषान् यावत् वेगेन चलनस्य अनन्तरम्	100-मीटर-धावनस्य अनन्तरम्	विश्रामावस्थायाम्
स्वयम्				

एतत् भोजनस्य विखण्डनस्य दरं वर्धयति, येन अधिका ऊर्जा निर्मुक्ता भवति। किम् अनेन एतत् स्पष्टं भवति यत् शारीरिकस्य गतिविधेः पश्चात् अस्माकं बुभुक्षा किमर्थं जायते ?

प्रहेलिका ज्ञातुम् इच्छति यत् यदा अस्माकं निद्रा आयाति अथवा तन्द्रा आयाति, तदा वयं जृम्भणं किमर्थं कुर्मः?

यदा भवन्तः तन्द्रायां भवन्ति, तदा किं भवतां श्वसनदरः न्यूनः भवति ? किं भवतां शरीरस्य कृते पर्याप्तम् आक्सीजन् लभ्यते ?

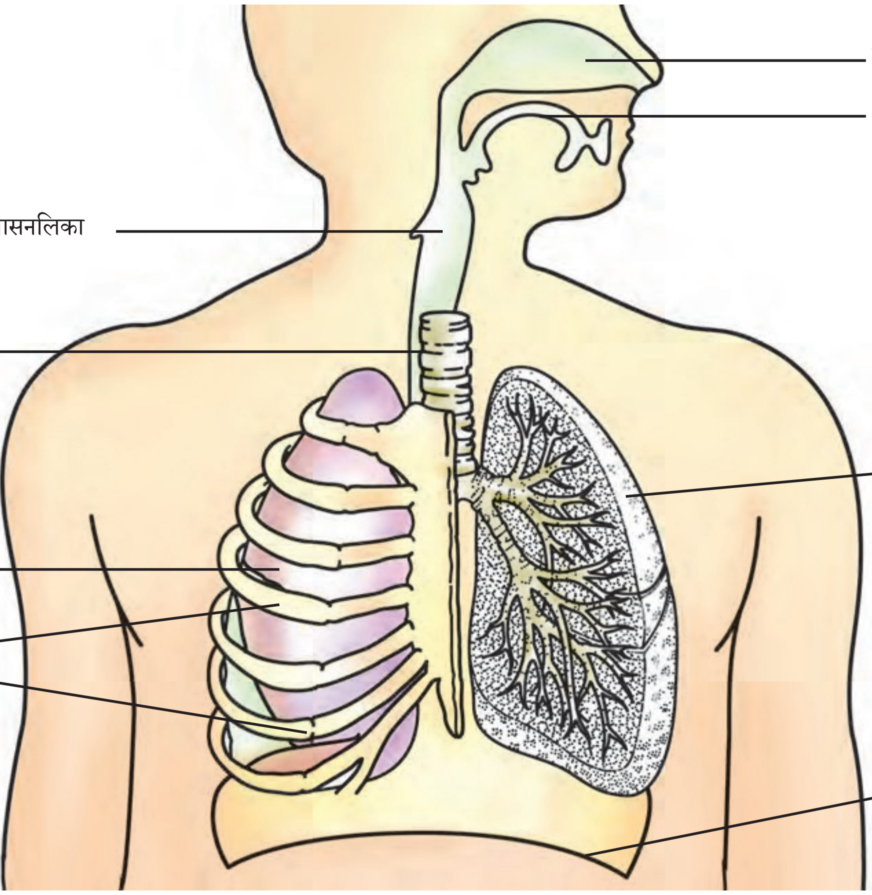
चित्रम्-10.3 विभिन्नानां दैनिकगतिविधीनां करणे श्वसनदरः भिन्नः भवति।

गतिविधिः-10.3

केनापि मनुष्येण सामान्यतया दिने क्रियमाणानां गतिविधीनां विषये विचारयन्तु। किं भवन्तः वक्तुं शक्नुवन्ति यत् कस्मिन् गतिविधौ श्वसनदरः न्यूनतमः तथा च कस्मिन् अधिकतमः भविष्यति ? स्वस्य अनुभवस्य आधारेण 10.3-चित्रे प्रदत्तान् गतिविधीन् श्वसनस्य वर्धमानेन दरक्रमेण (सङ्ख्याद्वारा) लिखन्तु।

10.3-वयं श्वासं कथं स्वीकुर्मः

आगच्छन्तु, अधुना वयं श्वसनस्य क्रियाविधिं जानीमः। सामान्यतः वयं नासापुटाभ्यां वायुं स्वीकुर्मः। यदा वयं वायुम् अन्तःश्वसनद्वारा अन्तः स्वीकुर्मः, तदा अयम् अस्माकं नासापुटाभ्यां नासागुहासु प्रविशति। नासागुहातः वायुः, श्वासनलिकाद्वारा अस्माकं फुप्फुसपर्यन्तं प्राप्नोति। फुप्फुसाः वक्षगुहायां स्थिताः भवन्ति (चित्रम्-10.4)।



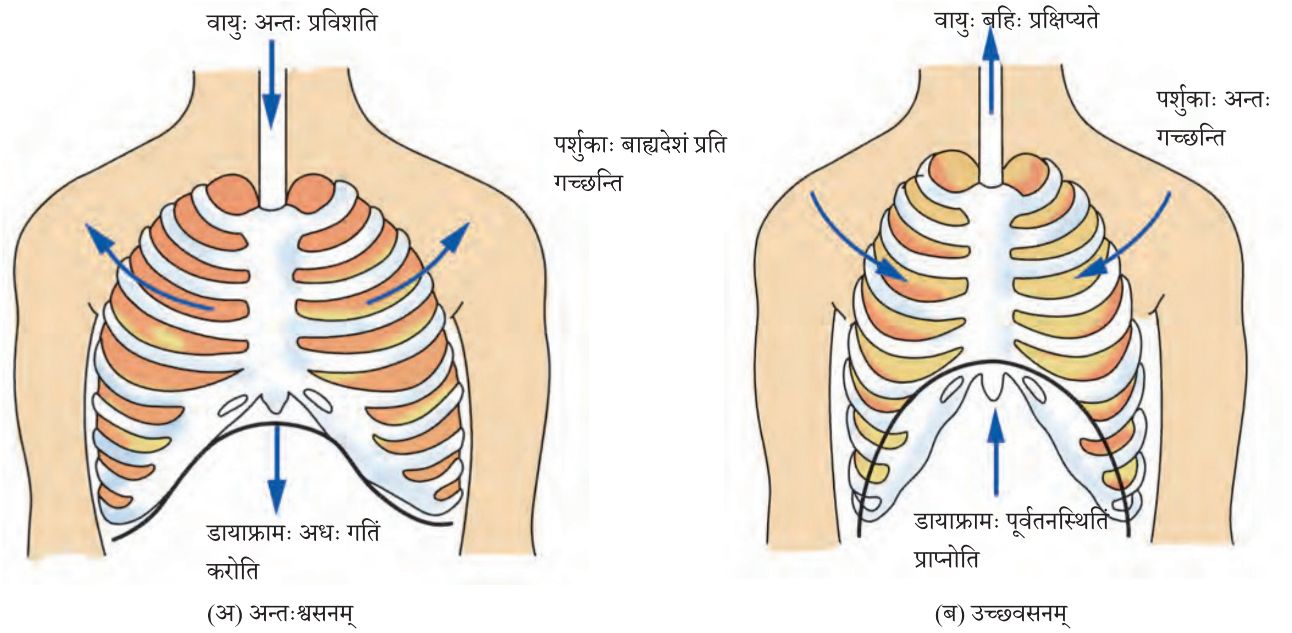
चित्रम्-10.4 मानव-श्वसन-तन्त्रम्

वक्षगुहा पार्श्वतः पर्शुकाभिः आवृता भवति । एकं बृहत्-पर्शुका, यत् डायाफ्राम (प्राचिरः) इति कथ्यते । वक्षगुहायाः तलं भवति (चित्रम्-10.4)। श्वसने प्राचिरस्य तथा च पर्शुकापञ्जरस्यगतिः सम्मिलिताः भवन्ति।

अन्तःश्वसनसमये पर्शुकाः उपरिभागं प्रति तथा च बहिर्भागं प्रति गतिं कुर्वन्ति तथा च प्राचिरः अधोभागं प्रति गतिं करोति । इयं गतिः अस्माकं वक्षगुहायाः आयतनं वर्धयति। तथा च वायुः फुप्फुसेषु आयाति । फुप्फुसाः वायुना पूर्णाः जायन्ते ।उच्छवसनसमये पर्शुकाः अधः तथा च अन्तःभागं प्रति आयान्ति । प्राचिरः उपरिभागं प्रति स्वस्य पूर्वस्थितौ आयाति । अनेन वक्षगुहायाः आयतनं न्यूनं भवति। अनेन प्रकारेण वायुः फुप्फुसेभ्यः बहिः क्षिप्यते (चित्रम्-10.5)।

अस्माकं पार्श्वस्थेषु वस्तुषु नैकप्रकारकाः अवाञ्छितकणाः तद्यथा – धूमाः, धूलयः, परागकणाः इत्यादयः भवन्ति। यदा वयम् अन्तः श्वसनं कुर्मः तदा उपर्युक्ताः एते अशुद्धकणाः अस्माकं नासागुहायां विद्यमानरोमसु निबद्धाः जायन्ते । यद्यपि, कदाचित् एतादृशाः कणाः नासिकागुहया अन्तः प्रविशन्ति, तदा एते नासिकागुहायाः सुकोमलत्वचम् उत्तेजयन्ति, परिणामतः छिक्का जायते। छीक्कया अवाञ्छितकणाः वायुना सह बहिर्भागं प्रति निर्गच्छन्ति। अनेन प्रकारेण केवलं स्वच्छवायुः एव अस्माकं शरीरं प्रविशति।

सावधानाः भवन्तु – यदा भवन्तः छिक्कां कुर्वन्ति, तदा नासिकां स्वच्छवस्त्रेण आवृण्वन्तु, यतः भवन्तः यान् कणान् बहिर्भागं प्रति निष्कासयन्ति तदा अन्यजनाः निष्कासित-हानिकारक-कणान् अन्तःश्वसनक्रियाकाले न ग्रहीष्यन्ति। यदि इत्थं न करिष्यन्ति तर्हि अन्ये समीपस्थाः जनाः दूषितकणान् ग्रहीतुं शक्नुवन्ति।



चित्रम्-10.5 मानवे श्वसनस्य क्रियाविधिः

स्वस्य शरीरे वयम् एताः गतीः सरलतया अनुभवितुं शक्नुमः। एकं दीर्घं श्वासं स्वीकुर्वन्तु। स्वस्य करतलौ उदरे स्थापयन्तु तथा च उदरस्य गत्याः अनुभूतिं कुर्वन्तु। भवन्तः किं प्राप्नुवन्ति ?

> धूमपानं फुप्फुसानां क्षतिं करोति। धूमपानं अर्बुदरोगेण सम्बद्धं वर्तते। एतस्मात् धूमपानं त्यक्तव्यम्।

एतस्य ज्ञानानन्तरं यत् श्वसनकाले वक्षगुहायाः आकारे परिवर्तनानि भवन्ति, बालाः वक्षसः विस्तार-स्पर्धायां व्यस्ताः अभवन्। प्रत्येकं बालस्य एवं विकत्थनं आसीत् यत् सः/सा वक्षसः विस्तारः सर्वाधिकं कर्तुं शक्नोति। भवन्तः अपि एतं गतिविधिं स्वकक्ष्यायां सहपाठिभिः कुर्वन्तु ?

गतिविधिः – 10.4

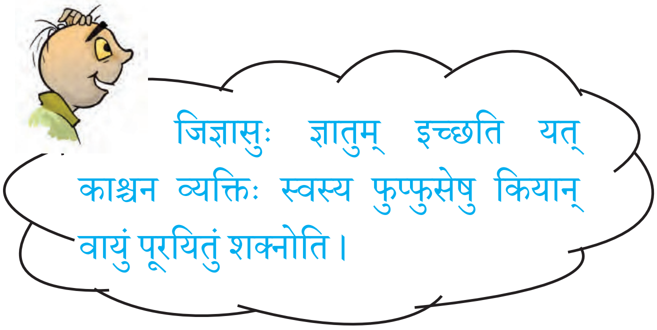
दीर्घं श्वासं स्वीकुर्वन्तु। कयाचित् मापनपट्टिकया वक्षसः मापं कुर्वन्तु। इमं मापं 10.2-सारिण्यां लिखन्तु। पुनः विस्तारानन्तरं वक्षसः आकारं मापयन्तु (चित्रम्-10.6)। कथयन्तु यत् केन सहपाठिना अधिकतमः विस्तारः प्रदर्शितः वर्तते ?

वयं श्वसनस्य क्रियाविधिम् एकेन सरलेन प्रतिरूपेण अधिगन्तुं शक्नुमः।

सारिणी-10.2 वक्षसः आकारे श्वसनस्य प्रभावः

सहपाठिनः नाम	वक्षसः आकारः (cm)		आकारे अन्तरम्
	अन्तःश्वसन-समये	उच्छवसनसमये	

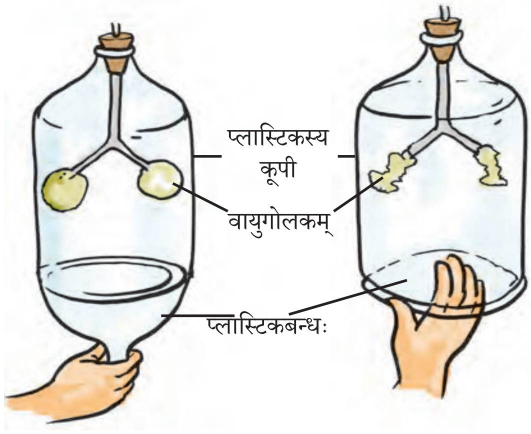
चित्रम्-10.6 वक्षसः आकारस्य मापनम्



गतिविधिः - 10.5

'प्लास्टिक्' इत्यस्य विशालमुखीं कूपीं स्वीकुर्वन्तु । अस्य अधोभागं कर्तयित्वा पृथक् कुर्वन्तु। Y आकारीयां काचस्य प्लास्टिकस्य वा एकां नलिकां स्वीकुर्वन्तु । कूप्याः शरावे एकम् एतादृशं छिद्रं कुर्वन्तु येन इयं नलिका सरलतया निर्गच्छेत् । नलिकायाः शाखीयशिरोभागयोः व्योमक्रीडनकद्वयं (विना वायुपूरितद्वयम्) योजयन्तु । नलिकां 10.7-चित्रानुसारं कूप्यां स्थापयन्तु । अधुना कूप्याः शरावं स्थापयन्तु तथा च तस्य मुखस्य पिधानम् एवं प्रकारेण कुर्वन्तु यत् तत् वायुरुद्धं भवेत् । कूप्याः उद्घटिते अधोभागे प्लास्टिक इति अस्य एकां कृशपट्टिकां प्रसार्य प्लास्टिकबन्धस्य साहाय्येन बध्नन्तु ।

फुप्फुसे जायमानं प्रसारम् अवगन्तुं 'प्लास्टिक्' इत्यस्य तलं गृहीत्वा आधारात् अधोभागं प्रति कर्षणं कुर्वन्तु तथा च व्योमक्रीडनकानि पश्यन्तु । इतः परं 'रबड़' इत्यस्य पट्टिकाम् उपरिभागं प्रति नुदन्तु तथा च वागोलौ पश्यन्तु। किं भवद्भिः वागोलयोः किमपि परिवर्तनं दृश्यते ?



चित्रम्-10.7 श्वसनस्य क्रियाविधिं प्रदर्शयितुं प्रतिरूपम्

अस्मिन् प्रतिरूपे वागोलौ कम् अङ्गं प्रदर्शयन्ति ? रब्बर् इत्यस्य उपरिभागः कं प्रतिदर्शयति ? अधुना भवन्तः श्वसनस्य क्रियाविधिम् अवगन्तुं समर्थाः जाताः स्युः ।

10.4 वयम् उच्छवसने बहिः किं निस्सारयामः?

गतिविधिः-10.6

काञ्चित् कृशां स्वच्छां परीक्षणनलिकां स्वीकुर्वन्तु, यस्मिन् 'कॉर्क' इति स्यात् । यदि परीक्षणनलिका उपलब्धा न स्यात् तर्हि भवन्तः काचस्य अथवा 'प्लास्टिक' इत्यस्य कूपीं स्वीकुर्वन्तु। परीक्षणनलिकायां निर्मितं किञ्चित् शुद्धं सुधाजलं स्थापयन्तु। 'प्लास्टिक' इत्यस्य एकां नलिकां परीक्षणनलिकायाम् अनेन प्रकारेण स्थापयन्तु येन सा सुधाजले निमज्जिता भवेत् । अधुना नलिकया मन्दं मन्दं सुधाजले फूत्कारं कुर्वन्तु (चित्रम्-10.8)।

चित्रम्-10.8 उच्छवसितस्य वायोः सुधाजले प्रभावः

किं सुधाजले किमपि परिवर्तनं दृश्यते ? किं भवन्तः एतं षष्ठे अध्याये कृतस्य अध्ययनस्य आधारेण बोधयितुं शक्नुवन्ति ?

भवन्तः जानन्ति यत् वयं यस्य वायोः अन्तः श्वसनम् अथवा उच्छ्वसनं कुर्मः, सः विविधानां वायुप्रकाराणां मिश्रणं भवति । वयं किम् उच्छ्वसनं कुर्मः ? किं वयं केवलं 'कार्बनडायाक्साइड' इत्यस्य एव उच्छ्वसनं कुर्मः अथवा तेन सह वायूनां मिश्रणस्य अपि उच्छ्वसनं कुर्मः ? भवद्भिः एतत् अपि दृष्टं यत् यदि भवन्तः दर्पणस्य समक्षे उच्छ्वासं कुर्वन्ति, तर्हि तस्य तले आद्र-पटलं दृश्यते । एतत् आर्द्रतायाः कारणेन भवति । जलस्य एते बिन्दुकणाः कुतः आयान्ति ?

अन्तःश्वसिते उच्छ्वसिते च वायौ आक्सीजनस्य कार्बन-डायक्सायडस्य च प्रतिशतम्

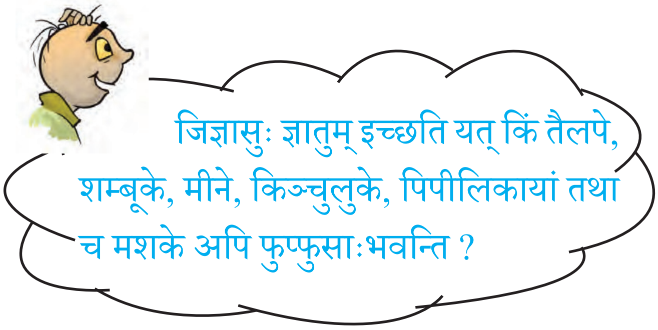
अन्तःश्वसितवायुः	उच्छ्वसितवायुः
21% आक्सीजन्	16.4% आक्सीजन्
0.04 % कार्बनडायक्सायड्	4.4% कार्बनडायक्सायड्

फुफ्फुसः

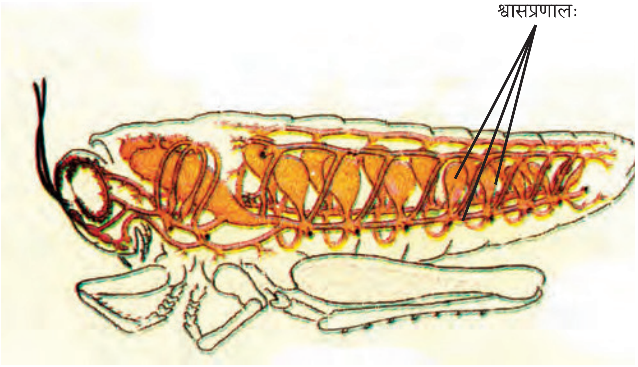
10.5 अन्य-जन्तुषु श्वसनम्

गजस्य, सिंहस्य, धेनोः, अजस्य, मण्डूकस्य, गृहगोधिकायाः, सर्पस्य, पक्षिणः च इत्यादीनां जन्तूनां वक्षगुहासु मनुष्यवत् फुफ्फुसाः भवन्ति ।

जीवाः कथं श्वसन्ति ? किम् एतेषाम् अपि मनुष्याणां फुफ्फुसवत् एव श्वसनस्य अङ्गानि भवन्ति ? आगच्छन्तु जानीमः ।



तैलपः– तैलपस्य शरीरस्य पार्श्वभागे लघूनि छिद्राणि भवन्ति । अन्यकीटानां शरीरे अपि एवं प्रकारकाणि छिद्राणि भवन्ति । एतानि छिद्राणि **श्वासरन्ध्राणि** कथ्यन्ते (चित्रम्-10.9) । कीटेषु वायोः विनिमयस्य कृते वायुनलिकानां जालः प्रसरितः भवति, यः **श्वासप्रणालः वातकः** वा कथ्यते ।



चित्रम्-10.9 श्वासप्रणाल-तन्त्रम्

आक्सीजन् समृद्ध-वायु श्वासरन्ध्रेभ्यः श्वासप्रणालं गत्वा शरीरस्य ऊतिषु विसरति तथा च शरीरस्य प्रत्येकं कोशिकां प्राप्नोति । अनेन प्रकारेण कोशिकाभ्यः 'कार्बन-डायाक्सायड' श्वासप्रणालं आगच्छति तथा च श्वासरन्ध्रेभ्यः बहिः निर्गच्छति । श्वासनलिकाः अथवा श्वासप्रणालः केवलं कीटेषु एव दृश्यन्ते । अन्येषां जन्तूनां समूहेषु ईदृशी व्यवस्था न प्राप्यते ।

किञ्चुलुकः – षष्ठकक्ष्यायाः नवमे अध्याये भवन्तः अपठन् यत् किञ्चुलुकाः स्वस्य त्वचा श्वसन्ति । किञ्चुलुकस्य त्वक् स्पर्शनेन आर्द्रा तथा च चिक्कणाष्मीया प्रतीयते । एतया त्वचा वायूनाम् आवागमनं सरलतया भवति । यद्यपि, मण्डूकेषु मनुष्यवत् फुफ्फुसाः भवन्ति, तथापि ते स्वस्य त्वचा अपि श्वसनं कुर्वन्ति, या आर्द्रा तथा च श्लक्ष्णाष्मीया भवति ।

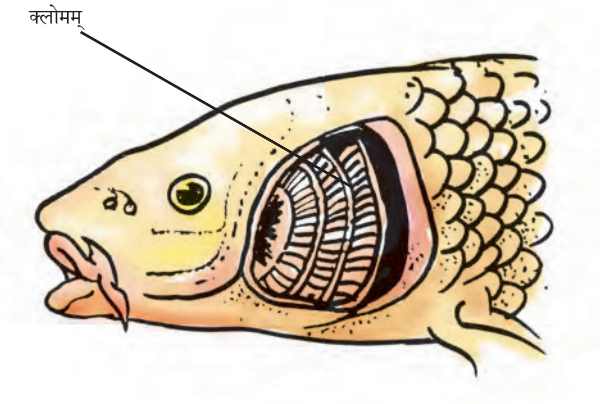
10.6 जले श्वसनम्

किं वयं जले श्वसनं कर्तुं शक्नुमः तथा च जीवितुं शक्नुमः ? एतादृशाः नैकाः जीवाः सन्ति, ये जले निवसन्ति । ते जले श्वसनं कथं कुर्वन्ति ?

भवद्भिः षष्ठकक्ष्यायां पठितं यत् मीनेषु क्लोमविशेषाः (गिल्स्) प्राप्यन्ते । क्लोमविशेषाः जले

मिश्रितस्य आक्सीजनस्य उपयोगे साहाय्यं कुर्वन्ति । क्लोमविशेषाः त्वचः प्रलम्बनानि भवन्ति ।

> जिज्ञासुना दूरदर्शने कार्यक्रमेषु दृष्टम् आसीत्, यत् 'तिमिङ्गिलः' तथा च 'शिशुमारः' इति द्वौ अपि प्रायेण जलस्य उपरिभागम् आगच्छन्ति । यदाकदाचित् उपरिभागं प्रति आगमनसमये जलोत्क्षेपम् अपि परित्यजतः । ते एवं किमर्थं कुरुतः ?



चित्रम्-10.10 मीनेषु श्वसनाङ्गम्

भवन्तः चिन्तयन्तः स्युः यत् गिल्स् (श्वासेन्द्रियाणि) केन प्रकारेण श्वासे साहाय्यं कुर्वन्ति । गिल्स् (श्वासेन्द्रियेषु) रक्तवाहिनीनां सङ्ख्या अपि अधिका भवति । याः वायुविनिमये साहाय्यं कुर्वन्ति (चित्रम्-10.10) ।

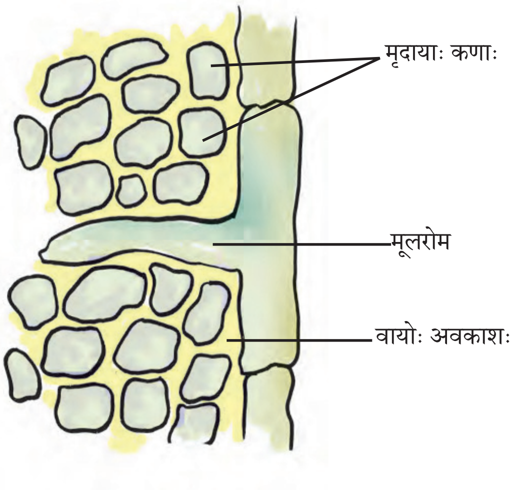
10.7 किं पादपाः अपि श्वसनं कुर्वन्ति ?

अन्यजीवाः इव पादपाः अपि जीवितुं श्वसन्ति, यथा भवन्तः षष्ठकक्ष्यायां पठितवन्तः स्युः । एते वायुना आक्सीजन् अन्तः स्वीकुर्वन्ति तथा च 'कार्बनडायाक्सायड' इति अस्य निर्मोचनं कुर्वन्ति । एतेषां कोशिकासु अपि आक्सीजनस्य उपयोगः अन्यजीवाः इव द्राक्षौजस्य 'कार्बन-डायाक्सायड' तथा च जले विखण्डनाय क्रियते ।पादपानां प्रत्येकम् अपि अङ्गं स्वतन्त्ररूपेण आक्सीजन् इत्यस्य ग्रहणं कृत्वा 'कार्बन-डायाक्सायड' इति अस्य निर्मोचनं कर्तुं शक्नोति । प्रथमे अध्याये भवद्भिः पठितं यत् पादपानां पत्रेषु आक्सीजनस्य तथा च 'कार्बन-डायाक्सायड' इति अनयोः विनिमयस्य कृतेसूक्ष्मछिद्राणि भवन्ति, यानि रन्ध्राणि इति कथ्यन्ते ।

पादपानाम् अन्यकोशिकाः इव मूलकोशिकानाम् अपि ऊर्जायाः उत्पादनाय आक्सीजनस्य आवश्यकता भवति। मूलानि मृदा-कणानां मध्ये रिक्तस्थानेषु (वायोः अवकाशेषु) उपस्थितवायुं स्वीकुर्वन्ति (चित्रम्-10.11)। किं भवन्तः अनुमातुं शक्नुवन्ति यत् यदि पुष्पाधान्याः पादपेषु अधिकं जलं दीयते तर्हि किं भविष्यति ?

> प्रहेलिका ज्ञातुम् इच्छति यत् किं भूमेः अन्तः भूत्वा अपि पादपानां मूलानि आक्सीजन् स्वीकुर्वन्ति ? यदि एवमस्ति तर्हि ते एवं कथं कुर्वन्ति ?

अस्मिन् अध्याये भवद्भिः पठितं यत् श्वसनम् इति एकः महत्त्वपूर्णः जैविकः प्रक्रमः वर्तते । सर्वेषां जीवानां कृते स्वस्य अतिजीवनाय आवश्यकीम् ऊर्जां प्राप्तुं श्वसनस्य आवश्यकता भवति ।



चित्रम्-10.11 मूलानि मृदायाः वायुम् निपिबन्ति

प्रमुखाः- शब्दाः

वायवीय-श्वसनम्	डायाप्राचिरः	पर्शुकाः
अवायवीय-श्वसनम्	उच्छ्वसनम्	अन्तःश्वसनम्
श्वसनदरः	मीनानां श्वासेन्द्रियाणि	श्वासरन्ध्रम्
कोशिकीय-श्वसनम्	फुप्फुसाः	श्वासप्रणालः

भवद्भिः किं ज्ञातम्

- श्वसनं सर्वेषां जीवानां अतिजीवनाय अनिवार्यं वर्तते। एतत् स्वीकृतात् भोजनात् ऊर्जायाः निर्मोचनं करोति।
- वयम् अन्तःश्वसनेन, यं वायुं शरीरस्य अन्तः स्वीकुर्मः, तस्मिन् उपस्थितस्य ओषजनस्य उपयोगः द्राक्षौजस्य 'कार्बनडायाक्सायड' तथा च जलरूपेण विखण्डनाय क्रियते। अस्मिन् प्रक्रमे ऊर्जायाः निर्मोचनं भवति।
- द्राक्षौजस्य विखण्डनं जीवकोशिकासु भवति, यत् कोशिकीयं श्वसनम् इति कथ्यते।
- यदि भोजनं (द्राक्षौजम्) ओषजनस्य उपयोगेन विखण्डितं भवति, तर्हि एतत् वायवीयं श्वसनं कथ्यते। यदि विखण्डनम् ओषजनस्य अनुपस्थितौ भवति, तर्हि श्वसनम् अवायवीयं श्वसनं कथ्यते।
- अत्यन्त-व्यायाम-करणसमये यदा अस्माकं स्नायु-शिकासु ओषजनस्य आपूर्तिः अपर्याप्ता भवति, तदा भोजनस्य विखण्डनम् अवायवीयश्वसनेन भवति।
- श्वासस्य स्वीकरणं श्वसनप्रक्रमस्य एकं चरणम् अस्ति, यस्मिन् जीवः स्नायु-समृद्धं वायुं शरीरस्य अन्तः स्वीकरोति तथा च कार्बन-डायाक्सायड-समृद्धं वायुं बहिः निष्कासयति। वायोः विनिमयाय विभिन्नेषु जीवेषु श्वसनस्य अङ्गानि भिन्नानि भवन्ति।
- अन्तःश्वसनस्य समये अस्माकं फुप्फुसाः विस्तारिताः भवन्ति तथा च उच्छ्वसनसमये सह एते स्वस्य मूलावस्थां आयान्ति।
- शारीरिक-सक्रियतायाः वर्धनेन श्वसनदरः वर्धते।
- गो-महिष-कुक्कुर-बिडालसदृशेषु च जीवेषु श्वसनस्य अङ्गानि तथा च श्वसनस्य प्रक्रमाः मानवसदृशाः भवन्ति।
- किञ्चुलुके वायोः विनिमयः तस्य आर्द्रत्वचा भवति। मीनेषु अयं क्लोमेन तथा च कीटेषु श्वासप्रणालेन भवति।
- पादपेषु मूलं मृदायाम् उपस्थितस्य वायोः ग्रहणं करोति। पत्रेषु सूक्ष्माणि छिद्राणि भवन्ति, यानि रन्ध्राणि कथ्यन्ते, येभ्यः वायूनां विनिमयः भवति। पादपानां कोशिकासु द्राक्षौजस्य विखण्डनम् अन्यजीवाः इव भवति।

अभ्यासाः

1. कश्चन धावकः धावनस्य समाप्तेः पश्चात् सामान्यतः अधिकवेगेन दीर्घं श्वासं किमर्थं स्वीकरोति ?
2. वायवीयस्य तथा च अवायवीयस्य श्वसनस्य मध्ये साम्यविषमताः च सूचयन्तु।
3. यदा वयम् अत्यधिकं धूलियुक्ते वायोः अन्तःश्वासं कुर्मः तदा किमर्थं असकृत् क्षवणं कुर्मः ?
4. तिस्रः परीक्षणनलिकाः स्वीकुर्वन्तु। प्रत्येकं ¾ भागं जलेन पूरयन्तु। एताः अ,ब तथा च सइति अङ्कयतन्तु। 'अ'-परीक्षणनलिकायाम् एकं शम्बूकं स्थापयन्तु। 'ब' परीक्षणनलिकायाम् एकं लघु-जलपादपं स्थापयन्तु। 'स' परीक्षणनलिकायाम् एकं शम्बूकं एकं लघु-जलपादपं च स्थापयन्तु। कस्यां परीक्षणनलिकायां 'कार्बनडायाक्सायड' इत्यस्य सान्द्रता सर्वाधिका भविष्यति ?
5. समुचिते उत्तरे () चिह्नं स्थापयन्तु-

   (क) तैलपानां शरीरे वायुः प्रवेशं करोति, तेषाम्
   - (i) फुप्फुसद्वारा
   - (ii) गिल्द्वारा
   - (iii) श्वासरन्ध्रद्वारा
   - (iv) त्वक्-द्वारा

   (ख) अत्यधिकं व्यायामकरणसमये अस्माकं पादेषु कस्य पदार्थस्य संचयनेन संकुञ्चनं भवति, -
   - (i) कार्बन-डायाक्सायड
   - (ii) लैक्टिक-अम्लः
   - (iii) मद्यसारः
   - (iv) जलम्

   (ग) कस्यचित् सामान्यजनस्य विश्रामस्य अवस्थायां सामान्यश्वसनदरः भवति -
   - (i) 9-12 प्रतिनिमेषः
   - (ii) 15-18 प्रतिनिमेषः
   - (iii) 21-24 प्रतिनिमेषः
   - (iv) 30-33 प्रतिनिमेषः

   (घ) उच्छ्वसन-समये पर्शुकाः
   - (i) बहिर्भागं प्रति गच्छन्ति।
   - (ii) अधोभागं प्रति गच्छन्ति।
   - (iii) उपरि गच्छन्ति।
   - (iv) किञ्चित् अपि गतिं न कुर्वन्ति।

6. अ भागे प्रदत्तशब्दान् ब भागे विद्यमान-शब्दैः सह योजयन्तु।—

'अ' - भागः	**'ब' - भागः**
(क) सुरामण्डः	(i) किञ्चुलुकः
(ख) पर्शुकातलम्	(ii) गिल्

(ग) त्वक् — (iii) मद्यसारः

(घ) पत्राणि — (iv) वक्ष-गुहा

(ङ) मीनः — (v) रन्ध्रम्

(च) मण्डूकः — (vi) फुप्फुसः त्वक् च

(vii) श्वासप्रणालः (वातकः)

7. वदन्तु यत् निम्नलिखितानि वक्तव्यानि सत्यानि अथवा असत्यानि –

(क) अत्यन्त-व्यायामकरणसमये व्यक्तेः श्वसनदरः मन्दः भवति।

(ख) पादपाः प्रकाशसंश्लेषणं केवलं दिने तथा च श्वसनं केवलं रात्रौ कुर्वन्ति।

(ग) मण्डूकाः स्वस्य त्वचा फुप्फुसैः च श्वसनं कुर्वन्ति।

(घ) मीनेषु अपि श्वसनाय फुप्फुसाः भवन्ति।

(ङ) अन्तःश्वसनस्य समये वक्षगुहायाः आकारः वर्धते।

8. प्रदत्ते वर्गे जीवानां श्वसनेन सम्बद्धानि वर्णानि प्रदत्तानि सन्ति। एतान् योजयित्वा जीवैः तथा तेषां श्वसनाङ्गैः सम्बद्धशब्दाः निर्मातुं शक्यन्ते। शब्दाः जाले कस्याम् अपि दिशायाम् उपरि अधः अथवा तिर्यक् दिशायां प्राप्तुं शक्यन्ते। श्वसनतन्त्राणां तथा च जीवानां नामानि अन्विष्यन्तु।

एतेषां शब्दानां सङ्केताः प्रदत्ताः सन्ति।

ड़	ढ	क	फे	वि	श्वा	स	रं	ध्र
र	व	ख	द्य	फ	षा	णु	जी	वा
द	श्वा	प	गा	रे	ड़े	डा	न	सा
यी	म	स	तः	भा	बा	या	व	ना
फ	स्ट	लि	प्र	मी	धा	फ्रा	लं	सा
च	ढ	याँ	अ	णा	चुं	य	ट्टा	द्वा
ड़	रं	स्व	सा	छ	ल	च	ब	र
स्य	ण	ध्र	भू	भे	ल	म	न	ड
मू	पिं	ज	र	र	ब	चा	त	क

1. कीटानां वायुनलिकाः
2. वक्ष-गुहाम् आच्छादयन्ती अस्थिसंरचना
3. वक्षगुहायाः पर्शुकातलम्
4. पत्रस्य तले सूक्ष्मछिद्राणि
5. कीटस्य शरीरस्य पार्श्वभागेषु छिद्राणि
6. मनुष्याणां श्वसनस्य अङ्गानि
7. तानि छिद्राणि येषां द्वारा वयम् अन्तःश्वसनं कुर्मः
8. एकः अवायवीयः जीवः
9. श्वासप्रणाल-तन्त्रयुक्तः जीवः

9. पर्वतारोहिणः स्वेन सह ओषजनकूपीं नयन्ति, यतः
   (क) 5 किलोमीटर-परिमितात् अधिके औन्नत्ये वायुः न भवति।
   (ख) तत्र उपलब्धवायोः मात्रा भूतले उपलब्धमात्रायाः न्यूना भवति।
   (ग) तत्र वायोः तापः भूतलस्य तापात् अधिकः भवति।
   (घ) पर्वते वायोः अतिभारः भूतलस्य अपेक्षया अधिकः भवति।

विस्तारितः अधिगमः - गतिविधयः परियोजनाकार्याणि च

1. मत्स्यागारे कस्यचित् मीनस्य गतिविधिं पश्यन्तु। भवन्तः तस्य मुखम् उभयतः लोलकसदृशाः संरचनाः द्रक्ष्यन्ति। एताः संरचनाः गिल्स् आवृण्वन्ति। एताः व्यत्यासेन उद्घटन्ति पिदधति च। एतेषां प्रेक्षणानाम् आधारेण मीनेषु श्वसनस्य प्रक्रमं विशदयन्तु।
2. कस्यचित् स्थानीयस्य चिकित्सकस्य समीपं गच्छन्तु। तस्मात् धूमपानस्य हिंसात्मक-प्रभावाणां विषये जानन्तु। भवन्तः अस्मिन् विषये अन्येभ्यः स्रोतोभ्यः अपि विषयस्य एकत्रीकरणं कर्तुं शक्नुवन्ति। भवन्तः स्वस्य शिक्षकस्य अथवा पित्रोः साहाय्यं प्राप्तुं शक्नुवन्ति। स्वस्य क्षेत्रे धूमपानां जनानां प्रतिशतं जानन्तु। यदि भवतां परिवारे कश्चन धूमपानं करोति, तर्हि स्वेन एकत्रीकृतस्य वृत्तस्य विषये तं सूचयन्तु।
3. कस्यचित् चिकित्सकस्य समीपं गच्छन्तु। तस्मात् कृत्रिमस्य श्वसनस्य विषये ज्ञानं प्राप्नुवन्तु। चिकित्सकं पृच्छन्तु -
   (क) कस्मैचित् जनाय कृत्रिमश्वसनस्य आवश्यकता कदा भवति ?
   (ख) कस्मैचित् जनाय कृत्रिमश्वसनस्य आवश्यकता स्थायिरूपेण भवति अथवा अस्थायिरूपेण भवति ?
   (ग) कृत्रिमश्वसनाय कस्यचित् जनस्य कृते ओषजनस्य आपूर्तिः कुतः भवति।
4. स्वस्य परिवारस्य सदस्यानां तथा च मित्राणां श्वसनदरस्य मापनं कुर्वन्तु। विचारयन्तु।
   (क) किं बालानां श्वसनदरः वयस्केभ्यः भिन्नः भवति ?
   (ख) किं पुरुषाणां श्वसनदर महिलानां श्वसनदरात् भिन्नः भवति ? यदि एतेषु कस्मिंश्चित् अपि प्रकरणे अन्तरं प्राप्येत, तर्हि तस्य कारणं ज्ञातुं प्रयासं कुर्वन्तु।
   निम्नलिखितेन अन्तर्जालपुटात् भवन्तः अधिकं ज्ञातुं शक्नुवन्ति -
   www.health.howstuffworks.com/adam-200142.htm

किं भवन्तः जानन्ति ?

अस्माकं कृते ओषजनस्य आवश्यकता अनिवार्या वर्तते, परन्तु ये जीवाः एतस्य उपयोगं न कुर्वन्ति, तेषां कृते ओषजनं विषाक्तं भवति। वस्तुतः मानवेभ्यः तथा च अन्येभ्यः जीवेभ्यः अपि दीर्घं कालं यावत् शुद्ध-आक्सीजनस्य श्वसनं विपज्जनकं भवेत्।