विषय- शारीरिक शिक्षा (बी०ए०/बी०एस०सी० प्रथम वर्ष)

प्रश्नपत्र - तृतीय

यूनिट – III Topic : श्वसन तन्त्र

Prepared By - Dr. SARITA YADAV, Associate Professor, Deptt. Of Physical Education,
Arya Kanya Mahavidyalaya, Hardoi, UP

श्वसन तंत्र

श्वसन का अर्थ - ऑक्सीजन को ग्रहण करने और कार्बन डाइ-ऑक्साइड को से उत्सर्जित करने के लिए प्राणियों में श्वसन तन्त्र (Respiratory System) होता है। अतः प्राणियों में श्वसन तन्त्र एक ऐसा माध्यम उपलब्ध कराता है जिससे ऑक्सीजन कोशिकाओं में पहुंचती है और कार्बन डाइ-ऑक्साइड शरीर से बाहर निकलती है तथा ऊर्जा जीवन उपयोगी क्रियाओं के लिए मुक्त होती है। इस प्रकार श्वसन एक जैव-रासायनिक क्रिया (Bio-Chemical Process) है, जिसमें जीवित कोशिकाओं में पाचित भोजन से रासायनिक ऊर्जा उत्पन्न होती है। श्वसन की क्रिया में जीवित कोशिका के अन्दर भोज्य पदार्थों का ऑक्सीकरण होता है इस कारण श्वसन को जैविक ऑक्सीकरण (Biological oxidation) भी कहते हैं।

परिभाषा - श्वसन वह क्रिया है जिसके द्वारा जीवों के शरीर के अन्दर भोज्य पदार्थों के ऑक्सीकरण के फलस्वरूप ऊर्जा उत्पन्न होती है। सभी जीवधारी इस ऊर्जा का उपयोग अपनी विभिन्न जैविक क्रियाओं में एवं कार्यों को संचालित करने के लिए करते हैं। श्वसन ए**क चयापचीय प्रक्रिया है** जिसमें कार्बनिक भोज्य पदार्थों का क्रमिक ऑक श्वसन क्रिया को निम्न प्रकार से परिभाषित कर सकते हैं.--

i. "श्वसन जीवित कोशिकाओं में होने वाली वह ऑक्सीकरण क्रिया है जिसमें कार्बनिक पदार्थों का क्रमिक विघटन होता है और इसके फलस्वरूप जल ही तथा ऊर्जा मुक्त होती है।

ii. "श्वसन वह चयापचीय क्रिया है जिसके द्वारा कार्बनिक भोज्य पदार्थ वसा एवं प्रोटीन्स का सूत्रकणिका (Mitochondria) के अन्दर ऑक्सीकरण होता है जिसके फलस्वरूप जल , कार्बन डाइ-ऑक्साइड तथा ऊर्जा उत्पन्न होती है।

iii. "श्वसन उन भौतिक-रासायनिक क्रियाओं को सम्मिलित रूप से प्रदर्शित अन्तर्गत बाह्य वायुमण्डल की ऑक्सीजन शरीर के अन्दर काशिकाओं तक पहुँचती । के सम्पर्क में आकर उसके द्वारा ऊर्जा मुक्त होती है तथा उत्पन्न हुई कार्बन डाइ-ऑक्साइड को बाहर निकालती है। श्वसन एक अपचयी क्रिया (Catabolic Process) है जिसमें लगातार Bio-energy की खपत होती रहती है। इस क्रिया के फलस्वरूप शरीर के भार में कमी होती है।

- **श्वसन के प्रकार -**

भोज्य पदार्थों (मुख्यतः ग्लूकोज) के अपघटन के आधार पर श्वसन को निम्नलिखित दो भागों में बाटा जा सकता है -

(1) वायुजीवी या ऑक्सी-श्वसन (Aerobic Respiration)-यह उच्च कोटि के जीवों जैसे - पौधे, मानव तथा अन्य जन्तुओं में होता है। इस प्रकार के श्वसन में ऑक्सीजन को जीव अपने वातावरण से ग्रहण करता है और बदले में कार्बन डाइ-ऑक्साइड वातावरण में मुक्त कर देता है, इसे गैसीय विनिमय

(Gaseous Exchange) कहते हैं।

(2) अवायुजीवी या अनॉक्सी श्वसन (Anaerobic Respiration)-यह कुछ निम्न श्रेणी के जन्तुओं, जीवाणुओं, यीस्ट तथा परजीवियों में होता है। ऑक्सीजन की अनुपस्थिति में खाद्य पदार्थों के विघटन को अवायुजीवी श्वसन (Anaerobic Respiration) कहते हैं। इस प्रक्रिया में ग्लूकान का आंशिक विघटन होता है जिसके फलस्वरूप कार्बन डाइ-ऑक्साइड एवं एथिल ऐल्काहॉल या लैक्टिक एसिड तथा कुछ ऊर्जा मुक्त होती है।

अवायुजीवी श्वसन के दौरान बनने वाले उत्पाद जीवों के अनुसार भिन्न-भिन्न होते है उदाहरण के लिए मनुष्यों में ऊतकों एवं कंकालीय पेशीय कोशिकाओं में विभिन्न व्यायामों (जैसे दौड़ना समय कोशिकाओं को ऑक्सीजन की पूर्ति नहीं हो पाने के कारण वे अवायुवीय श्वसन के लैक्टिक अम्ल का उत्पादन करने लगती हैं। इसी कारण अधिक परिश्रम या देर तक व्यायाम पर हमारी माँसपेशियाँ थक जाती हैं और इनमें दर्द होने लगता है।

- **श्वसन तंत्र के अंग (Organs of Respiratory System)**

समय में गैसीय आदान-प्रदान एक विकसित तन्त्र के द्वारा होता है, जिसे श्वसन तन्त्र कहा हैं। यह तन्त्र कई अंगों का बना होता है, किन्तु इस तन्त्र का सबसे प्रमुख अंग, जहाँ पर गैसीय आदान-प्रदान होता है, फेफड़े (lungs) हैं। इसी कारण इसे फुफ्फुसीय गैसीय आदान-प्रदान भी कहते हैं। मनुष्य के गैसीय आदान -प्रदान में भाग लेने वाले अंगों को दो समूहो में बांटा गया है -

1. संवाहक या सहायक अंग,
2. मौलिक या आवश्यक अंग

1-संवाहक या सहायक अंग (Conducting or Accessory Organs)-इस समूह के अन्तर्गत उन सभी अंगों को सम्मिलित किया जाता है जो कि वायु को फेफड़ों तक पहुँचाने का कार्य करते हैं। संवाहक अंग निम्न भागों या अंगों से मिलकर बना होता है-

i- श्वसन मार्ग -जिस मार्ग से वातावरण की वायु फेफड़ों में प्रवेश करती है तथा फेफड़ों से कार्बन डाइ-ऑक्साइड बाहर निकलती है उसे श्वसन मार्ग **कहते हैं**। इसमें नासिका, ग्रसनी, कण्ठ तथा श्वास नली सम्मिलित हैं।

- **नासिका के कार्य- य**द्यपि हम नासिका तथा मुख दोनों से ही सांस ले सकते हैं किन्तु नासिका द्वारा साँस लेने से निम्नलिखित लाभ हैं -

(i) टरवाइनल आस्थया - द्वारा नासामार्गों को चक्करदार बनाने से इनका भीतरी क्षेत्रफल काफी अधिक बढ़ जाता है। इन लम्बे नासामार्गों से होकर गुजरते समय बाहरी हवा का तापमान शरीर के ताप के बराबर आ जाता है।

(ii) **नासामार्ग फिल्टर (Filters)** की तरह कार्य करते हैं क्योंकि ये धूल के कणों एवं सूक्ष्मजीवों को अन्दर आने वाली वायु में से अलग करते हैं जो म्यूकस अर्थात् श्लेष्म से उलझकर नासामार्गों में ही रह जाते हैं।

(iii) **श्लेष्मा** नासाकक्षों को नम रखती है जिससे फेफड़ों में पहुँचने वाली वायु नम हो जाती है। नीडेरियन कला घ्राण संवेदी होती है और गन्ध ज्ञान कराने का कार्य करती है।

.

(b) ग्रसनी (Pharynx)-यह नासागुहा के ठीक पीछे की ओर स्थित होती हैं। ग्रसनी एक पेशी निर्मित नलिका है जो कपाल आधार से मुद्रिकाभ उपास्थि (Crichoid Cartilage) के स्तर पर प्रासनली (Esophagus) तक फैली रहती है। यह तीन भागों में बँटी होती है -

(i) नासाग्रसनी ,(ii) **मुख-ग्रसनी** व **(iii) स्वरयन्त्रज ग्रसनी** ।

- **ग्रसनी के कार्य** -भोजन तथा वायु क्रमशः ग्रसनी मे से होकर भोजन नली और श्वसन नली में पहुँचते हैं। श्वास लेते समय कण्ठच्छद, कण्ठद्वार (Glottis) से हट जाता है परंतु भोजन निगलते समय कोमल तालु ऊपर उठ जाता है तथा कण्ठच्छद कण्ठ द्वार को ढक लेता है जिससे भोजन कण्ठ मे नही जा पाता। जब कभी भोजन के कण श्वासनली में चले जाते हैं तो भयंकर खाँसी होती है।

(c) वायनाल (Wind Pipe)-नासा मार्ग से वायु अन्तः नासाछिदों पर भाग एवं कण्ठ द्वार से होती हुई वायुनाल के माध्यम से फेफड़ो में पहुँचती है। वायुनाल दो भागों में विभक्त होती है-

(1) ऊपर ग्रसनी से जुड़ा और कण्ठद्वार को घेरे हुए छोटा सा **वेश्मनुमा स्वरयंत्र** (2) निचला लम्बा नालीवत भाग **श्वासप्रणाल (Trachea)**

(d) श्वसनियाँ, श्वसनिकाएँ, कूपिका वाहिनियाँ तथा कूपिकाएँ (Bronchi, Bronchios Alveolar ducts and Alveoli)-श्वासप्रणाल, वक्ष गुहा (Thoraxic Cavity) में जाकर दो भागों में बँट जाती है। इन शाखाओं को श्वसनियाँ (Bronchi) कहते है। प्रत्येक श्वसनियाँ (Bronchi) अपनी ओर के फेफड़े में प्रवेश करने के पश्चात अनेक शाखाओं में बँट जाती है। इनको श्वसनिकाएँ (Bronchioles) कहते हैं। इन पर भी अधूरे उपास्थीय छल्ले हात हैं। दाहिनी ओर की श्वसनिकाओं की संख्या चार तथा बायीं ओर केवल दो होती है। प्रत्येक श्वसनिका, फेफड़ों की एक-एक पालि (Lobe) में प्रवेश करती है और पुनः 2-3 पतली-पतली शाखाओं में बँट जाती है। इनको श्वसन श्वसनिकाएँ (Respiratory Bronchioles) कहते हैं। प्रत्येक श्वसन श्वसनिका भी 2 से 11 तक शाखाओं में बँट जाती है जिनको कूपिका वाहिनियाँ (Alveolar Ducts) कहा प्रत्येक कूपिका वाहिनी का अन्तिम सिरा फूलकर बहुत-सी थैली-सदृश रचनाएँ बनाता है।

2. मौलिक या आवश्यक अंग (Essential or Necessary Organs)-इस समूह के अन्तर्गत दो प्रमुख अंग सम्मिलित किये जाते हैं -

(i) वक्ष गुहा एवं मध्यपट (Thoracic Cavity and Diaphragm)-वक्ष गुहा अस्थि एव उपास्थि से निर्मित एक गुहा है। वक्ष एक शंक्वाकार रचना है जिसका निम्न भाग ऊपर के भाग की या अधिक चौड़ा होता है तथा पिछला भाग आगे की अपेक्षा लम्बा होता है।

(ii) फेफड़े (Lungs)-मनुष्य में दो बड़े शंक्वाकार फेफड़े प्रमुख श्वसनांग होते हैं । शरीर के वक्ष भाग में हृदय तथा **मध्यावकाश** के दोनों ओर वक्ष के बायें एवं दाहिने भाग को पूरी तरह से घेरे हुए अपनी-अपनी ओर की फुफ्फुसीय गुहाओं मध्यपट के ऊपर स्थित होते हैं। रचनात्मक दृष्टि से ये कोमल, स्पंजी. अत्यत लचीला गुलाबी रंग के होते हैं। फेफड़े कोणाकार होते हैं जिनका शिखर (Apex of Lungs) ऊपर होता है जो जत्रुक अस्थि (Clavicle Bone) के कुछ ऊपर ग्रीवा मूल तक उठा **रहता है।**

दायाँ फेफडा बायें फेफड़े से कुछ बड़ा और चौड़ा किन्तु लम्बाई में कुछ छोटा होता है। दायाँ फेफड़ा समानान्तर एवं तिर्यक विदर (Horizontal o Fissure) द्वारा तीन पालियों, दायी ऊर्ध्ववर्ती पाली (Right Superior Lobe), मध्य पाली एवं दायी निम्न पाली (Right Inferior lobe) का बना होता है। बायाँ

फेफड़ा वायां फेफड़ा तिर्यक विदर (Oblique Fissure) द्वारा केवल दो पालियों, दायीं ऊर्ध्ववर्ती पाली (Left Superior Lobe) एवं दायीं निम्न पाली (Left Inferior Lobe) का बना होता है। प्रत्येक खण्ड अनेक खण्डों का बना होता है। प्रत्येक खण्डक में एक लघु श्वसनी नलिका होती है जो बार-बार शाखित एव प्रशाखित होती रहती है जिससे इसकी भित्ति की मोटाई प्रत्येक विभाजन के बाद कम होती जाती है और अन्त में ये श्वसन नलिकाए अत्यत सूक्ष्म विस्फारित कोषों में समाप्त होती हैं जिन्हें फेफड़ों के वायुकोष (Pulmonary Alveolus) कहते हैं। दोनों फेफडों का निचला चौडा अवतल भाग मध्यपट के उभरे हुए भाग पर चिपका रहता है।

फुफ्फुसावरण (Pleuras)-प्रत्येक फेफडा चारों ओर से एक पतली और दोहरी झिल्ली की आवरण से घिरा रहता है, जिसे फुफ्फुसावरण कला (Pleural Membrane) कहते है। उसकी देहभित्ति से लगे आवरण को भित्तिक फुफ्फुसावरण (Parietal Pleura) और फेफड़े से लगे आवरण को अन्तरांगी फुफ्फुसावरण (Visceral Pleura) कहते हैं। इन दोनों कलाओं के मध्य स्थान **को फुफ्फुसावरण** गुहा (Pleural Cavity) कहते हैं। इस गुहा में फुफ्फुसावरण द्रव (Pleural Fluid) भरा रहता है जो फेफड़ों को रगड़ से बचाता है तथा इनको सुरक्षा प्रदान करता है।

फेफडे की आन्तरिक संरचना (Internal Structure of Lungs)-प्रत्येक फेफड़े जाने वाली प्राथमिक श्वसनी (Primary Bronchus) फेफड़े की वक्ष के मध्यावकाश की ओर पाली सतह से इसमें प्रवेश करती है। फेफड़ों में इसके प्रवेश स्थान को नाभिका (Hilus) कहते हैं। फेफड़ों मे जाने वाली रुधिर वाहिनियाँ (फुफ्फुसीय धमनी, फुफ्फुसीय शिरा, श्वसनी शिराएँ, श्वसनी मानयों), लसिका वाहिनियाँ, तन्त्रिकाएँ (फुफ्फुसीय वेगस, सिम्पेथैटिक तन्त्रिका), लसीका ग्रन्थियाँ मा नामिका में स्थित होती हैं।

श्वसनी का विभाजन (Division of Bronchi)-श्वसनी विभाजन तीन प्रकार **से होता है - प्राथमिक श्वसनी,** द्वितीयक **श्वसनी व** तृतीयक श्वसनी।

प्रत्येक श्वसनिका अनेक बार विभाजित होकर अंतिम शाखाओं में बदल जाती है, जिन्हें पिण्डकीय श्वसनिकाएँ । Bronchioles) कहते हैं। प्रत्येक अंतिम पिण्डकीय श्वसनिका एक पिण्डक में प्रवेश करके कर श्वसनिकाओं (Terminal Bronchioles) मे बंट जाती है और प्रत्येक छोर श्वसनिका भी कई श्वसन श्वसनिकाओं (Respiratory Bronchioles) में बँट जाती है और प्रत्येक श्वसन श्वसनिका से 22 11 तक महीनतम टेढ़ी-मेढ़ी कूपिका नलिकाओं (Alveolar Ducts) में बँटकर समाप्त हो जाती है

श्वसन तन्त्र के कार्य (Functions of the Respiratory System) मनुष्य में श्वसन तन्त्र के प्रमुख कार्य निम्न हैं - .1. फुफ्फुसीय श्वसन की क्रियाविधि, 2. रुधिर अम्ल-क्षार संतुलन (रुधिर pH) का नियमन, 3. जीवाणुओं से सुरक्षा, 4. ऊर्जा उत्पादन, 5. शरीर के तापमान का नियमन।

1. **फुफ्फुसी श्वसन की क्रियाविधि(Mechanism of Pulmonary Respiration)**-वायुमण्डल की ऑक्सीजनयुक्त वायु का फेफड़ों में पहुँचना और CO_2 युक्त अशुद्ध वायु का फेफड़ों से बाहर निकलना श्वसन तन्त्र का प्रमुख कार्य है। श्वसन की यह समूची प्रक्रिया निम्नलिखित 5 चरणों में पूर्ण होती है -

A. बाह्य श्वसन (External Respiration)-मनुष्य द्वारा श्वसनांगों की सहायता से अपने बाहरी वातावरण से ऑक्सीजन को ग्रहण करना एवं कार्बन डाई-ऑक्साइड का उत्सर्जन करना बाह्य श्वसन कहलाता है। इसे श्वास लेना या श्वासोच्छ्वास (Breathing) भी कहते हैं। श्वास लेने की यह क्रिया दो अवस्थाओं में पूर्ण होती है -

(i) निश्वसन (Inspiration)-वातावरण की वायु को फेंफड़ों में पहुँचाने की प्रक्रिया को निश्वसन कहते हैं।
(ii) **निःश्वसन (Expiration)**-फेफड़ों में गैसीय आदान-प्रदान के बाद जब वायु शरीर से नकल जाती है, तो इस प्रक्रिया को निःश्वसन कहते हैं।
B. **गैसों का संवहन** (**Transport of Gases**)-श्वसनांगों से रुधिर द्वारा ऑक्सीजन को का तक पहँचाना और ऊतकों से CO को वापस श्वसन अगो तक पहुँचाना, गैसीय संवहन
कहलाता है।
C. फेफड़ों में गैसों का विनिमय (Exchange of Gases in Lungs or Pulmonary फेफड़ों में नाय व रुधिर के बीच गैसों का विनिमय बाह्य श्वसन **mernal Respiration)-फेफड़ों** में बाहरी वायु व साधर क External Respiration) कहलाता है।
D. आन्तरिक श्वसन (Internal Respiration)-रुधिर एवं ऊतकों के बी **गैसीय विनिमय आन्तरिक श्वसन (Internal Respirational) कहला**ता है। इसमें रुधिर की, **ऊतक द्रव (Tissue Flu**id) में तथा ऊतकों एवं ऊतक द्रव की कार्बन डाई आक्साइड रुधिर में विसरित होती है।
E. कोशिकीय श्वसन (Cellular Respiration)-इसमें वे सभी रसायनिक क्रियाए शामिल हैं जिनके द्वारा कोशिकाओं में उपस्थित खाद्य पदार्थों का ऑक्सीजन की उपस्थित में ऑक्सीकरण होता है तथा ऊर्जा मुक्त होती है।
2. रुधिर अम्ल-क्षार संतुलन (रुधिर pH) का नियमन (Re*g*ulation of Blood pH) - मानव जीवन के लिए अत्यंत आवश्यक है कि रुधिर में अम्ल-क्षार संतुलन को एक स्तर तक नियन्त्रित रखा जाये । सामान्य अवस्था में रुधिर का pH मान 7.4 होता है जिसकी कुछ अम्लीय होती है। यदि रुधिर का pH 7.2 से नीचे हो जाये या 7.6 से अधिक हो जाती सम्पूर्ण शरीर की कार्यिकी पर इसके दुष्प्रभाव देखने को मिलते हैं। रुधिर के pH मान में आने " उतार-चढ़ाव की प्रक्रिया को नियत स्तर पर बनाये रखने के लिए-फेफड़े, वृक्क एवं बफर (BIFF का प्रमुख योगदान होता है।
3. जीवाणुओं से सुरक्षा (Defense Against Microbes) - श्वसन तन्त्र वातावरण के विभिन्न जीवाणुओं एवं वायरस से एक निश्चित सीमा तक रक्षा करता है। चूंकि फेफड़ों का आन्तरिक वातावरण अत्यंत नम होता है जिसके कारण यह जीवाणुओं एवं वायरस से जल्दी प्रभावित होता है। श्वसन से सम्बंधित विभिन्न संक्रमण एवं विकार वातावरण के इन्हीं जीवाणुओं एवं वायरस से होते हैं। श्वसन तन्त्र के कुछ प्रमुख विकार हैं-श्वसनी दमा, श्वसनी शोथ, श्वासावरोध, न्यूमोनिया, प्लूरिसी, काली खाँसी, फुप्फुसीय क्षय, इन्फ्लुएन्जा, डिफ्थीरिया. सामान्य सर्दी-जुकाम, एम्फिसेमा आदि।
4. ऊर्जा उत्पादन (Energy Production) - प्राणियों में श्वसन तन्त्र के द्वारा ऐसा माध्यम प्रदान होता है जिससे ऑक्सीजन कोशिकाआ पहुँचती है और कार्बन डाइ-ऑक्साइड शरीर से बाहर निकलती है तथा ऊर्जा जीवन उपयोगी क्रिया के लिए मुक्त होती है। इस प्रकार श्वसन एक जैव-रासायनिक क्रिया (Bio-Chemical Process जिसमें जीवित कोशिकाओं में पाचित भोजन से रासायनिक ऊर्जा उत्पन्न होती है।
5. शरीर के तापमान का नियमन (Maintenance of Temperature) - श्वासोच्छवास प्रक्रिया में नि:श्वसन के द्वारा अत्यधिक मात्रा में ताप का भी उत्सजन हो जिसके फलस्वरूप शरीर के तापमान का नियमन होता है।

- **श्वासोच्छवास में फेफड़ों की वायुधारिता तथा श्वसनीय आयतन -**

1. फेफड़ों में श्वसन वायु का आयतन (Respiratory Air Votu Lungs)-श्वासोच्छवास में फेफड़े कभी भी वायरहित नहीं होते हैं और न ही कभी पूर्णतः भरे होते हैं। इनमें भरने एवं निकलने वाली वायु को श्वसनमापी यन्त्र या स्पाइरोमीटर द्वारा मापा जाता है। सामान्यतः फेफड़ो से सम्बंधित वायु की मात्राएं चार प्रकार की होती है, जिन्हें श्वास वायु आयतन (Pariratory Air Volumes) कहते हैं। ये निम्नलिखित होती है -

(i) प्रवाही वायुआयतन (Tidal Air Volumei-यह वायु की वह मात्रा होती है जो प्रत्येक सामान्य व शान्त श्वासोच्छवास की अवस्था में फेफड़ों में भरती है और निकलती है। इसे प्रवाही वायु आयतन कहते हैं। सामान्य युवा पुरुषों में यह आयतन 500 मिलीo होता है।

(ii) विश्वसनआरक्षित वायु आयतन (Inspiratory Reserre Air Volume)- चेक्ष्टा और अभ्यास से हम एक बार की सांस में प्रवाही वायु से अधिक जितनी वायु ग्रहण कर सकते है. उसे अन्तःश्वास आरक्षित वायु कहते हैं। सामान्य युवा पुरुषों में यह लगभग 3100 ml होता है।

(iii) निःश्वसन आरक्षित वायु आयतन (Expiratory Reene Air Volume)- यह वायु की शह मात्रा होती है जिसे हम प्रवाही दायु को छोड़कर अधिकतम प्रयास द्वारा फेफड़ों से बाहर निकाल सकते है। सामान्य युवा पुरुषों में यह लगभग 1200 मिली होती है।

(iv) अवशेषी वायु आयतन (Residual Air Volume)-यह वायु को वह मात्रा होती है जो अधकतम प्रयास द्वारा निकाल देने के पश्चात् भी फेफड़ों में बची रह जाती है। सामान्य युवा पुरुषों में यह लगभग 120 मिली होती है।

2. फेफड़ों की वायुधारिता (L**ung Capacity**)-श्वासोच्छवास में दो या दो से अधिक वायु मात्राओं के योग को फेफडों की क्षमता या सामार्थ्य कहते है।

(i) निश्वसन वायुधारिता (Inspiratory Capacity)-प्रवाही वायु आयतन तथा अन्तःश्वास आरक्षित वायु आयतन (Inspiratory Reserve Air Volume) के योग को फेफड़ों की निश्वसन वायुधारिता कहते हैं स्वसन क्रिया के समय फेफड़े पूरे खाली नहीं हो पाते है और न ही पूरे भर पाते हैं। प्रयासपूर्वक व अभ्यास द्वारा एक बार सॉस में जितनी हवा फेफडों के खींची जा सकती है यह निश्वसन वायुधारिता कहलाती है। इसका आयतन 3600 ml होता है।

(ii) कार्यात्मक अवशेषी वायुधारिता (Functional Residual Capacity)-य आरक्षित वायु आयतन (Expiratory Reserve Air Volume) तथा अवशेषी वायु आयतन Air Volume) के योग को कार्यात्मक अवशेषी वायुधारिता कहते हैं। यह वायु की वह सामान्य निःश्वसन के पश्चात फेफड़ों में रह जाती है। लगभग 2400 ml वायु फेफडों में भरी रहती है।

(iii) फेफड़ों की श्वसन वायुधारिता (Vital Capacity of Lungs)-निश्वसन आर आयतन (Inspiratory Reserve Air Volume), प्रवाही वायु आयतन (Tidal Air Volum निःश्वसन आरक्षित वायु आयतन (Expiratory Reserve Air Volume) के योग को श्वसन वाय कहते हैं। यह वायु की वह कुल मात्रा होती है जिसे हम पहले पूरी चेष्टा द्वारा फेफड़ों में, जितनी अधिकतम वायु को एक साँस में बाहर निकाल सकते हैं। सामान्यतः अधिकतम 4800 प्रसारपूर्वक बाहर निकाली जा सकती है। अतः फेफड़ों की श्वसन

वायुधारिता 4,800 ml होती है।

(iv) फेफड़ों का कुल वायुधारिता-पूर्ण प्रयास के साथ साँस लेने पर निश्वसन के पश्चात् फेफड़ों में वायु की जो कुछ मात्रा भरती है उसे फेफड़ों की कुल वायुधारिता कर है। यह निश्वसन वायुधारिता (Inspiratory Capacity) तथा कार्यात्मक अवशेषी सामर्थ्य के योग के बराबर होता है (निश्वसन क्षमता 3600 ml + कार्यात्मक अवशेषी **सामर्थ्य 2400 ml = 6000 ml)**

- **फेफड़ों की श्वसन वायु धारिता को प्रभावित करने वाले कारक-**

i-आयु- श्वसन वायुधारिता वृद्धों में कम तथा युवाओं में अधिक होती है।

ii-लिंग (Sex)-श्वसन वायुधारिता महिलाओं में पुरुषों की अपेक्षा कम होती है।

iii-शारीरिक स्थिति (Posture)-श्वसन वायुधारिता लेटने की स्थिति में कम होती है और व कुर्सी पर थोड़ा आगे की ओर झुककर बैठते समय अधिक होती है।

iv-शारीरिक प्रशिक्षण (Physical Training)-खिलाड़ियों तथा अधिक परिश्रम करने वाले सक्तियों में श्वसन वायुधारिता अधिक होती है।

v- अन्य कारक (Other Factors)-कुछ अन्य स्थितियों जैसे गर्भधारण (विशेषतः अंतिम या में), फेफड़ों से सम्बन्धित विकार (ऐम्फाइसेमा, फाइब्रोसिस), हृदय (संकुलित हृदयाघात) आदि श्वसनवायु धारिता को कम करते हैं।

- **मनुष्य में श्वासोच्छवास या श्वास क्रियाविधि या मनुष्य में फुफ्फुसीय श्वसन की क्रियाविधि-**

मनुष्य में फुफ्फुसी या पल्मोनरी श्वसन की क्रियाविधि के निम्नलिखित 5 चरण होते हैं---

i. श्वासोच्छवास या साँस लेना (Breathing)

ii. फेफड़ों में गैसों का विनिमय

iii. गैसों का परिवहन (Transport of Gases)

iv. आन्तरिक श्वसन (Internal Respiration)

v. कोशिकीय श्वसन (Cellular Respiration)

i. श्वासोच्छवास या श्वास क्रिया (Breathing)-वायुमण्डल की शुद्ध ऑक्सीजनयुक्त वायु के फेफड़ों में पहुँचने तथा अशुद्ध कार्बन डाइ-ऑक्साइड युक्त वायु के फेफड़ों से बाहर निकालने की प्रक्रिया को श्वासोच्छवास या साँस लेना (Breathing) कहते हैं। मनुष्य 12 से 15 बार प्रति मिनट की दर से बाहरी वायु को फेफड़ों में बार-बार भरता और निकालता है। यह एक यान्त्रिक क्रिया है। इसके दो चरण होते हैं -

a. निश्वसन (Inspiration)-निश्वसन वह प्रक्रिया है जिसके द्वारा शुद्ध वायु फेफडों में प्रवेश करती है। इस क्रिया में मस्तिष्क के श्व**सन केन्द्र (Respiratory Centre)** से आने वाले उददीपन के प्रभाव के कारण पहले बाह्य अन्तरापर्युक पेशियाँ (Exter**nal Intercoastal Muscles) संकुचित** होती हैं जिसके कारण सभी पसलियाँ (Ribs) आगे व बाहर की ओर तथा उरोस्थि (Stemum नीले की ओर झुक जाती है। उस समय मध्यपट (Diaphragm) की अ**रीय पेशियाँ** (Radial Muralian संकुचित तथा उदर की पेशियाँ (Abdominal Muscles) शिथिल होती हैं। इसके प्रभाव से क्रमशः मध्यपट नीचे की ओर झुक जाता है और आन्तरांग थोड़ा पीछे और बाहर हट जाते हैं। इन क्रियाओं के कारण वक्षीय गुहा (Thoraxic Cavity)

का आयतन चारों ओर से बढ़ जाता है। वक्षीय गुहा के आयतन के बढ़ने के साथ फुफ्फुसावरण गुहा (Pleural Cavity) और फेफड़ा भी फैल जाता है जिससे अन्दर का आयतन बढ़ जाता है। आयतन बढ़ने के कारण इसके अन्दर को इन्ट्राप्ल्यूरल अथवा अन्तःवक्ष दाब (Intra-Pleural Pressure) वायुमण्डलीय दाब से कम हो जाता है जिससे इस दाब को समान रखने के लिए वायुमण्डल की वायु नासाछिद्र तथा नासापथ व श्वासप्रणाल (Trachea) से होते हुए फेफड़ों के वायुकोषों (Alveolar Sacs) में भर जाती है और यहीं पर गैसीय आदान-प्रदान होता है।

b. निःश्वसन (Expiration)निःश्वसन वह प्रक्रिया है जिसमें फेफड़ों की वायु को बाहर किया जाता है। इस प्रक्रिया के दो चरण हैं -

(1) निष्क्रिय निःश्वसन (Passive Expiration)-सामान्य स्थिति में तो निःश्वसन बिना किसी पेशी संकुचन के ही होता रहता है। केवल बाह्य अन्तरापथुक पेशियाँ तथा मध्यपट में शिथिलन से ही पसलियाँ एवं उरोस्थि तथा मध्यपट अपनी सामान्य स्थिति में वापस आ जाते हैं, जिससे वक्षीय गुहा के आयतन पर दाब पड़ता है। इससे फेफडों की वायु बाहर निकल जाती है। इस स्थिति में इसे निष्क्रिय निःश्वसन कहते हैं।

(2) सक्रिय निःश्वसन (Active Expiration)-सामान्य स्थिति की अपेक्षा जब मनुष्य अधिक परिश्रम या व्यायाम करता है तब उस समय वह गहरी साँस लेता है, तो निःश्वसन की गति बढ़ जाती है। इस समय सक्रिय निःश्वसन होता है। सक्रिय निःश्वसन में अ**न्तःअन्तरापर्युक पेशियों (Internal Intercoastal Mus**cles) के सिकुड़ने से पसलियाँ पीछे तथा उरोस्थि उपर की ओर खिसककर अपनी पूर्व स्थिति में आ जाते हैं। इस समय वक्षीय गुहा का आयतन कम होकर उतना ही रह जाता है जितना कि निःश्वसन से पहले था। इसी समय मध्यपट की सिकुड़ी हुई पेशियों में भी शिथिलन होता है, जिससे वह अधिक चपटा न रहकर गुम्बद (Dom-Shaped) के आकार का हो जाता है। इस प्रकार, मध्यपट तथा पसलियों के सामूहिक प्रयत्न से वक्षीय गुहा का आयतन कम हो जाता है। इससे फेफड़ों पर दबाव पड़ता है और वायु श्वसन पथ में होती हुई बाहर निकल जाती है।

प्रणोदित श्वसन (Forced Respiration)-प्रणोदित श्वसन में वक्ष की गति बहुत अधिक तीव्र हो जाती है। ग्रीवा तथा स्कन्ध की पेशियाँ पसलियों तथा उरोस्थि को ऊपर उठाने में सहयोग देती हैं। उदर और पीठ की पेशियाँ भी कार्यशील रहती हैं। नासिका **के नासापक्षक (Alae** Nasi) भी श्वसन के साथ-साथ विस्फारित तथा शिथिल होते हैं।

ii-बाह्य श्वसन या फेफड़ों में गैसीय विनिमय -

फेफड़ों के अन्दर वायु की ऑक्सीजन तथा रुधिर में उपस्थित कार्बन डाइ-ऑक्साइड के निमय को बाह्य श्वसन कहते है। गैसों का विनिमय कपिका वाय (Alveolar Air) तथा कूपिकाओं की दीवार में स्थित फुफ्फुसीय केशिकाओं (Pulmonary Camilliries) के रुधिर के मध्य में होता है।

निश्वसन (Inspiration) द्वारा ऑक्सीजन फेफड़ों में पहुँचती है जो कूपिकाओं (Alveoli) की दीवार से होकर रुधिर केशिकाओं (Blood Capillaries) में पहुँच जाती है। इसी प्रकार निःश्वसन के फलस्वरूप कार्बन डाई-ऑक्साइड रुधिर केशिकाओं से कूपिकाओं की दीवार पार करके फेफड़ों की गुहा में आ जाती है। अतः कपिकाओं की दीवार से गैसों का आदान-प्रदान होता है। यह गैसों का विनिमय शुद्ध

भौतिकीय विसरण (Simple Physical Diffusions) के सिद्धांत पर आधारित होता है। गैसें उ**च्च आंशिक दाब (High Partial Pressure) से निम्न आंशिक दाब (Low** Partial Pressure) की ओर विसरित होती हैं। वायु में ऑक्सीजन का आंशिक दबाव, शरीर के भीतर की वायु में उपस्थित ऑक्सीजन के आंशिक दबाव से अधिक होता है। अतः ऑक्सीजन शरीर में प्रवेश करती है और फेफड़ों में पहुँच जाती है। इसी प्रकार कोशिकीय श्वसन में उत्पन्न कार्बन डाइ-ऑक्साइड का आंशिक दबाव फेफड़ों में उपस्थित वायु की कार्बन डाइ-ऑक्साइड के आंशिक दबाव की अपेक्षा अधिक होता है। इस कारण शरीर की कार्बन डाइ-ऑक्साइड फेफड़ों में पहुँचती है और उसकी दीवार से विसरित होकर निःश्वसन द्वारा शरीर के बाहर निकल जाती है। बाह्य श्वसन निम्नलिखित तत्वों पर आधारित होता है -

I. फेफडों का संवातन -इसके द्वारा वायुकोषों की वायु का स्थान वातावरण की वायु ले लेती है।

II. फेफड़ों में रुधिर प्रवाह - रुधिर प्रवाह इस प्रकार होता है कि फफड़ों के प्रत्येक भाग को उचित मात्रा में रुधिर प्राप्त हो।

III. रुधिर में गैसीय परिवहन या कोशिकीय श्वसन में श्वसन गैसों का परिवहन - फेंफड़ों **में** ऑक्सीजन के रुधिर केशिकाओं द्वारा ऊतको तक पहुँचने तथा ऊतकों से कार्बन डा**इ-ऑक्साइड के रुधिर केशिकाओं द्वारा फेफड़ों तक वापस लौटने की प्रक्रिया को गैसीय परिवहन कहते** है। गैसीय परिवहन दो चरणों में होता है -

1. फेफड़ों से ऊतक तक ऑक्सीजन का स्थानान्तरण-फेफड़े वायुमण्डलीय वायु को अन्दर ले जाते हैं - पायी जाती है जो कि फेफड़ों से विसरित होकर रुधिर में चली जाती है। रुधिर के माध्यम से ही ऑक्सीजन गैस का परिवहन होता है तथा वह ऊतकों तक पहुँचायी जाती है। इसे आक्सीजन का परिवहन कहते हैं। रुधिर में ऑक्सीजन का परिवहन निम्न तीन प्रकार से होता है -

(i) रुधिर प्लाज्मा द्वारा भौतिक विलयन के रूप में (**In the form of Physical Solutions by Blood Plasma)**-ऑक्सीजन का कुछ भाग भौतिक विलयन के रूप में रुधिर प्लाज्मा में घुलकर ऊतक कोशिकाओं तक पहुंचता है। इस विधि में 0.3 मिली. ऑक्सीजन का परिवहन प्रति 10 मिली. रुधिर प्लाज्मा के द्वारा होता है।

(ii) लाल रुधिर कणिकाओं के द्वारा ऑक्सी-हीमोग्लोबिन के रूप में (In the forma Oxyhaemoglobin by Red Blood Cells)-ऑक्सीजन का अधिकांश भाग लाल रुधिर कणिक में प्रवेश करता है। इनमें उपस्थित हीमोग्लोबिन ऑक्सीजन के साथ सयोग करके एक अस्थाय यौगिक ऑक्सीहीमोग्लोबिन बनाता है।

(iii) रुधिर एवं ऊतकों के मध्य ऑक्सीजन का विसरण (Diffusion of Oxygen betweets Blood and Tissues)-ऑक्सीजन युक्त रुधिर फुफ्फुस शिरा द्वारा सर्वप्रथम हृदय में, तत्पर रक्त परिसंचरण के द्वारा शरीर के विभिन्न अंगों में पहुंचता है। उन स्थानों पर जहाँ ऑक्सीजन सान्द्रता कम तथा कार्बन डाइऑक्साइड की सान्द्रता अधिक होती है ऑक्सीहीमोग्लोबिन हीमोग्लोबिन तथा ऑक्सीजन में टूट जाता है। मुक्त हुई ऑक्सीजन रुधिर केशिकाओं की दीवार से विसरित होकर लसिका में पहुंचता है **फिर वहीं से विसरित होकर अंगों की ऊतक कोशिकाओं में प्रवेश करती है।**

2. ऊतक से फेफड़ों तक कार्बन डाइऑक्साइड का स्थानान्तरण -जब कोशिका के अन्दर भोज्य पदार्थों का आक्सीकरण होता है तो कार्बन डाइ-ऑक्साइड बनती है जो अधिक मात्रा में हमारे शरीर के लिए

हानिकारक है। इस कारण इसे शरीर से बाहर निकाला जाता है। कोशिकाओं में बनने के कारण उसकी सान्द्रता आधिक हो जाती है लेकिन रक्त में कम होती है। इस कारण यह कोशिका से विसरण द्वारा ऊतक द्रव्य या लसीका (Lymph) में और ऊतक द्रव्य से कोशिका के रक्त में आ है। अब यह रक्त इसे कूपिकाओं (Alveoli) की सतह तक निम्न रीतियों द्वारा ले जाता है -

i-काबोनिक अम्ल के रूप में -कार्बन डाइ-ऑक्साइड में अधिक घुलनशील होती है। इसका 5-10 प्रतिशत भाग प्लाज्मा के जल के साथ मिलकर कार्बोनिक अम्ल बनाता है। समस्त कार्बन डाइ-ऑक्साइड का लगभग 10 प्रतिशत भाग रक्त में कार्बनिक अम्ल के रूप में रहता है और शेष भाग हाइड्रोजन तथा बाइकार्बोनेट के आयनों मे टूट जाता है।

ii- बाइकार्बोनेट के रूप में (In the form of Bicarbonates)-लगभग 70 - 75 प्रतिशत कार्बन डाइ-ऑक्साइड बाइकार्बोनेट के रूप में रक्त प्लाज्मा के सोडियम आयन तथा लाल रक्त कणिकाओं के - पोटैशियम आयन से मिलकर सोडियम तथा पोटैशियम के बाइकार्बोनेट बनाते हैं।

iii- कार्बोक्सी हीमोग्लोबिन के रूप में (In the form of Carboxy Haemo-globin)-लगभग 10 प्रतिशत कार्बन डाइ-ऑक्साइड लाल रक्त कणिकाओं के हीमोग्लोबिन से मिलकर अस्थायी यौगिक कार्बोक्सीहीमाग्लोबिन बनाती है।

iv-कार्बन अमीनो यौगिक के रूप में (In **the form of Carbon Amino Compounds)**-लगभग 10 प्रतिशत कार्बन डाइ-ऑक्साइड रक्त प्लाज्मा की प्रोटीन से संयोग करके कार्बन अमीनो यौगिक बनाती है। कार्बोनिक अम्ल, सोडियम व पोटैशियम के बाइकार्बोनेट, कार्बोक्सी हीमोग्लोबिन तथा कार्बन अमीनो यौगिक आदि पदार्थों से युक्त रक्त अशुद्ध होता है। यह अशुद्ध रक्त केशिकाओं से शिराओं दारा हृदय में, फिर हृदय से फुफ्फुसीय धमनी (P**ulmonary Art**ery) द्वारा श्वसनांगों में शुद्ध होने के लिए जाता है और रक्त में से कार्बन डाइ-ऑक्साइड श्वसनांगों से मुक्त होकर बाहर निकल जाती है।

3- अस्थायी पदार्थों से कार्बन डाइ-ऑक्साइड का मुक्त होना फेफड़ो के समीप रक्त केशिकाओं में ऑक्सीहीमोग्लोबिन का मात्रा अधिक होती है। यह अधिक अम्लीय होता है। ऑक्सीहीमोग्लोबिन के अम्लीय स्वभाव से अस्थायी यौगिक टूट जाते हैं और कार्बन डाइ-ऑक्साइड मुक्त करते हैं

4. आन्तरिक श्वसन या ऊतकों में गैसीय विनिमय (Internal Respiration or Gaseous Exchange in Tissues)-शरीर में पहुंचने पर रक्त एवं ऊतक द्रव्य के मध्य गैसीय विनिमय होता हैं, इसके फलस्वरूप ऑक्सीजन रक्त से ऊतक द्रव्य में पहुँचती है और बदले में कार्बन डाइ-ऑक्साइड ऊतक द्रव्य से रक्त में आ जाती है। इस प्रक्रिया को आन्तरिक श्वसन कहते है। इस प्रकार श्वसन के अन्तर्गत रक्त के साथ गैसीय विनिमय दो बार होता है

(a) बाह्य श्वसन (External Respiration)-श्वसन अंगों में होने वाले गैसीय विनिमय को **बाह्य श्वसन कहते है।**

(b) आन्तरिक श्वसन (Internal Respiration)-ऊतक द्रव्य में होने वाले गैसीय विनिमय को आन्तरिक श्वसन कहते हैं।

5. कोशिकीय श्वसन (Cellular Respiration)-कोशिकाओं के अन्दर ऑक्सीजन की उपस्थिति में भोज्य पदार्थों के ऑक्सीकरण की प्रक्रिया को कोशिकीय श्वसन (Cellula**r Respiration)** कहते हैं। इस

प्रक्रिया में कार्बन डाइ-ऑक्साइड, जल तथा ऊर्जा मुक्त होती है। भोज्य पदार्थों में कार्बोहाइड्रेट्स, मुख्यतः ग्लूकोज का ऑक्सीकरण प्रमुख रूप से होता है। इसलिए ग्लूकोज को कोशिकीय ईधन (Cellular Fuel) कहते हैं।कोशकीय श्वसन मुख्य चरण निम्नवत् हैं -

1. ग्लाइकोलिसिस (Glycolysis)
2. पाइरूविक अम्ल का ऑक्सीकरण *(*Oxidation of Pyruvic Acid)

a. अनॉक्सी ऑक्सीकरण (Anaerobic Oxidation)

b. ऑक्सी ऑक्सीकरण (Aerobic Oxidation)

3. इलेक्ट्रॉन परिवहन तन्त्र (Electron Transport System)

- **व्यायाम का श्वसन तन्त्र पर प्रभाव -**

व्यायाम प्रशिक्षण एवं सहनशीलता प्रशिक्षण से श्वसन तंत्र पर निम्न प्रभाव परिलक्षित होते हैं -

i- फेफड़ों की कुल वायुधारिता में बृध्दि होती है।

ii-फेफड़ों की श्वसन वायुधारिता वृद्धि होती है।

iii. अवशेषी वायु आयतन (Residual Air Volume)- सहनशीलता प्रशिक्षण से अवशेषी वायु आयतन में आंशिक रूप से कमी देखने को मिलती है।

iv. प्रवाही वायु आयतन में वृद्धि होती है।

v. श्वसन पेशियों की क्षमता में वृद्धि होती है।

vi. व्यायाम के दौरान माँसपेशियों की कोशिकाएँ (Muscle Cells) अधिक मात्रा में ऑक्सीजन का उपयोग करती है और कार्बन डाइ-ऑक्साइड का उत्सर्जन करती हैं। फेफड़े एवं हृदय इस अतिरिक्त ऑक्सीजन की आपूर्ति के लिए एवं कार्बन डाइ-ऑक्साइड के उत्सर्जन के लिए अपनी अधिकतम क्षमता में कार्य करते हैं। इसके कारण प्रति मिनट श्वसन की दर और प्रति श्वास में वायु के आयतन में वृद्धि होती है तथा हृदय द्वारा फेफड़ों को त्वरित गति से गैसीय आदान-प्रदान (Gaseous Exchange) के लिए अधिक मात्रा में रुधिर की आपूर्ति की जाती है।

vii. फेफड़ो के कोष्ठकों में होने वाले गैसीय आदान-प्रदान को फफ्फुसीय विसरण Mimonary Diffusion) कहते है। सामान्य वयस्क व्यक्तियों की तुलना में खिलाड़ियों (विशेष रूप सहनशीलता प्रधान खेलों के खिलाडियों) की फुफ्फुसीय विसरण क्षमता विश्राम, मध्यम तीव्रता वं उच्च तीव्रतायुक्त व्यायामों के दौरान अधिक होती है। इसके कारण फुफ्फुसीय विसरण क्षमता में भी वृद्धि होती है।

viii. उच्च तीव्रतायुक्त व्यायामों के दौरान शरीर (प्रति किलोग्राम शारीरिक भार) द्वारा प्रति मिनट उपभोग की जाने वाली अधिकतम ऑक्सीजन की मात्रा (मिलीलीटर में) को अधिकतम ऑक्सीजन उपभोग कहते हैं। सामान्य वयस्क मनुष्य में अधिकतम ऑक्सीजन उपभोग की सीमा 20-40 मिली/किग्रा/मिनट होती है जबकि उच्चस्तरीय एथलीटों में इसकी सीमा बढ़कर 80-90 मिली/किग्रा/मिनट तक हो सकती है। शरीर क्रियात्मक रूप से एथलीटों के प्रदर्शन एवं दीर्घकालीन सहनशीलता पूर्वानुमान के लिए यह एक महत्त्वपूर्ण कारक है।