படலம் 17 மூச்சும் வளிமப்பரிமாற்றமும்

17.1 மூச்சுறுப்புகள்

17.2 மூச்சின் இயங்குமுறை

17.3 வளிமப்பரிமாற்றம்

17.4 வளிமங்களின் கடத்தல்

17.5 மூச்சொழுங்குறுத்தம்

17.6 மூச்சமைப்பில் முறைமையின்மைகள்

முந்தைய பாடங்களில் ஆக்குசிசனை பயன்படுத்தி உயிரிகள் எவ்வாறு மிகச்சிறிய மூலக்கூறுகளான குளுக்கோசு, அமினோ வமிலங்கள், கொழுப்பமிலங்கள் போன்றவற்றை வேதியிமுறையில் உடைத்து ஆற்றலை உருவாக்குகின்றன என்பதை அறிந்தோம். மேற்கூறிய நிகழ்வுகளின்போது கரிம வீராக்குசைடு வெளியேறுகிறது. இவ்வாறு உயிரணுக்களுக்கு ஆக்குசிசனை அளிப்பதும் கரிமவீராக்குசைட்டை வெளியேற்றுவதும் ஒரு தொடர்நிகழ்வாகவே நடைபெறுகின்றது.

உயிரணுக்கள் வளிக்கோளத்திலுள்ள ஆக்குசிசனை பெற்று கரிமவீராக்குசைட்டை வெளியேற்றுவதை **மூச்சிடல்** என்றும் பொதுவாக **மூச்சு** என்றும் அழைக்கின்றோம். நம் மார்பின்மீது கைவைத்துப்பார்க்கும்போது மார்புக்கூடு ஏறி இறங்குவதிலிருந்து இதனை உணரலாம். இந்த மூச்சுக்கு பயன்படும் உள்ளுறுப்புகளையும் மூச்சின் இயங்குமுறை யையும் பின்வரும் பகுதிகளில் காண்போம்.

17.1 மூச்சுறுப்புகள்

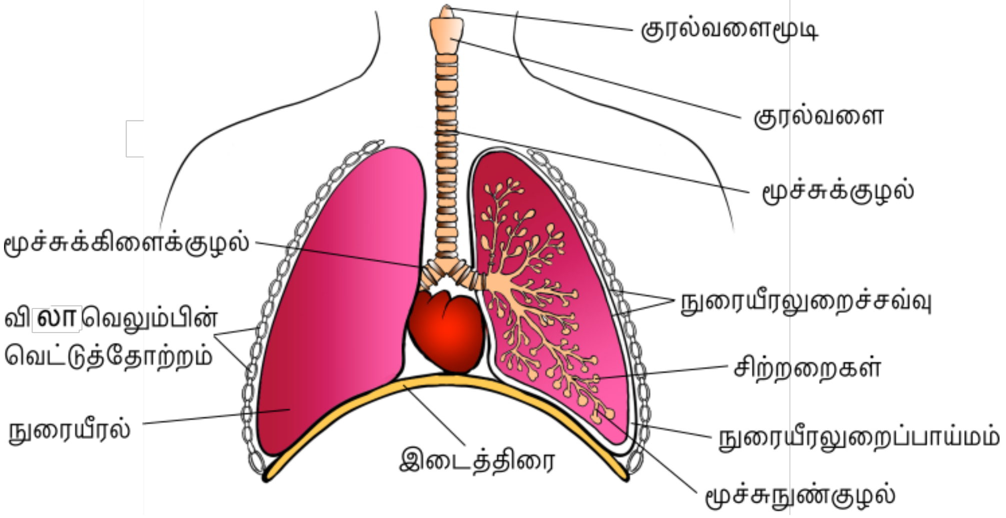
மூச்சுறுப்புகளும் மூச்சின் இயங்குமுறைகளும் ஒவ்வொரு விலங்கினக்குழுவுக்கும் அதன் தன் வாழிடத்தையும் ஒருங்கமைப்புமட்டத்தையும் சார்ந்து அமைகிறது. கடற்பஞ்சுகள், குழியுடலிகள், தட்டைப்புழுக்கள் போன்ற கீழ்மட்ட முதுகெலும்பிலிகள் உடற்பரப்பின் வழியாக விரவலால் ஆக்குசிசனையும் கரிம வீராக்குசைட்டையும் இடைமாற்றுகின்றன. மண் புழுக்கள் தோன்மெழுகத்தின்மூலமும் பூச்சிகள் மூச்சுக்குழலங்கள் எனும் குழல்வலையத்தின் மூலமும் வளிக்கோள வளியை உடலுக்குள் கடத்துகின்றன. நீர்வாழ்கணுக்காலிகளும் மெல் லுடலிகளும் **செவுள்கள்** எனப்படும் தனித்துவமான குருதிக்குழலமைந்த கட்டமைப்புகளால் மூச்சிடுகின்றன (செவுண்மூச்சு); அவற்றின் நிலவாழ்நிகரன்கள் **நுரையீரல்கள்** எனும் குருதிக்குழல் அமைந்த பைகளால் மூச்சிடுகின் றன (நுரையீரன்மூச்சு). முதுகெலும்பிகளுள் மீன்கள் செவுள்களாலும் நீர்நிலவாழ்வன, ஊர்வைகள், பறவைகள், பாலூட்டிகள் முதலியவை நுரையீரல்களாலும் மூச்சிடுகின்றன. தவளைகள் போன்ற நீர்நிலவாழ்வன ஈரமான தோற்பரப்பாலும் மூச்சிட இயலும் (தோன்மெழுக மூச்சு).

17.1.1 மனித மூச்சமைப்பு

நமது மேலுதட்டுக்குமேல் இரு புறமூக்குத் துளைகள் உள்ளன. இவை மூக்குப்பாதையின் வழியாக மூக்கறையை அடைகின்றன. மூக்கறை **தொண்டைக்குழி**க்குள் திறக்கிறது. தொண்டைக்குழியின் ஒரு பகுதி உணவுக்கும் வளிக்குமான பொதுப்பாதை. தொண்டைக்குழி குரல்வளைவழியாக **மூச்சுக்குழலு**க்குள் திறக்கிறது. குரல்வளை ஒலியெழுப்ப உதவும் குருத்தெலும்புப்பெட்டி. விழுங்கலின்போது குரல்வளைக்குள் உணவு சென்றுவிடாமலிருக்க, குரல்வளைமூடி என்ற மெல்லிய மீண்மக் குருத்தெலும்பாலான மூடி குரல்வளையை மூடுகிறது. மூச்சுக்குழல் நடுமார்புக்குழிவரை செல்லும் ஒரு நேரான குழல். இது 5ஆம் மார்புக்கூட்டு முதுகெலும்பின் மட்டத்தில் வலப்பக்கமும் இடப்பகமுமாக இரண்டு முதன்மை **மூச்சுச்கிளைக்குழல்**களாக பிரிகிறது. ஒவ்வொரு மூச்சுச்கிளைக்குழலும் இரண்டாமை, மூன்றாமை மூச்சுச்சிறுகுழல்களாகவும் **மூச்சுநுண்குழல்க**ளாகவும் பிரிந்து இறுதியில் மிகமெல்லிய கடைநிலை மூச்சுநுண் குழல்களில் முடிவடைகிறது. மூச்சுக்குழல், முதன்மை, இரண்டாமை, மூன்றாமை மூச்சுச் கிளைக்குழல்கள், தொடக்க மூச்சுநுண்குழல்கள் ஆகியவற்றை முழுமையடையாத குருத்தெலும்பு வளையங்கள் தாங்குகின்றன. ஒவ்வொரு கடைநிலை மூச்சுநுண்குழலும் **சிற்றறைகள்** எனப்படும் மிகமெல்லியதும் ஒழுங்கற்ற சுவருடையதும் குருதிக்குழலங்களுடையதுமான பைபோன்ற கட்டமைப்புகளில் முடிவடைகிறது.

மூச்சுக்கிளைக்குழல்கள், மூச்சுநுண்குழல் கள், சிற்றறைகள் ஆகியவை அடங்கிய

பகுதியை நுரையீரல் என்கிறோம் (படம் 17.1). ஒருவருக்கு இரண்டு நுரையீரல்கள் உள்ளன. அவற்றை இரட்டைப்படலமான நுரையீரலுறை சூழ்ந்திருக்கிறது. நுரையீரலுறையின் சுவர்களுக்கிடையில் நுரையீரலுறைப்பாய்மம் நிறைந்துள்ளது. நுரையீரல் சுருங்கி விரியும்போது ஏற்படும் உராய்வினை இந்த பாய்மம் குறைக்கிறது. நுரையீரலுறையின் வெளிப் படலம் மார்பகப்படலத்துடனும் உட்படலம் நுரையீரற்பரப்புடனும் இணைந்துள்ளன. மூக்குத்துளைமுதல் கடைநிலை மூச்சுநுண் குழல்கள்வரை உள்ள பகுதி மூச்சமைப்பின் வளிக்கடத்தற்பகுதியாகவும் சிற்றறைகளும் அவற்றின் நாளங்களும் வளிப்பரிமாற்றப் பகுதியாகவும் செயலாற்றுகின்றன.



படம் 17.1 மனித மூச்சமைப்பின் படத்தோற்றம் (இடது நுரையீரலின் வெட்டுத்தோறமும் காட்டப்பட்டது)

கடத்தற்பகுதி வளிக்கோளத்தின் வளியிலிருந்து வேற்றுத்துகள்களை நீக்கி வளியீரத்தை அதிகரித்து உடலின் வெப்பநிலைக்கு மாற்றி நுரையீரலின் சிற்றறைகளுக்கு அனுப்புகிறது. பரிமாற்றப்பகுதியில் சிற்றறைகளிலுள்ள மிக மெல்லிய மேற்சவ்வணுக்களின்வழி O_2உம் CO_2உம் வளிக்கோளவளிக்கும் குருதிக்குமிடையில் விரைவாக விரவுகின்றன.

இருநுரையீரல்களும் வளிபுகாத மார்பக வறையில் வைக்கப்பட்டுள்ளன. மார்பகத்தை முதுகுப்பக்கத்தில் தண்டுவடமும் வயிற்றுப் பக்கத்தில் மார்பெலும்புகளும் பக்கவாட்டில் விலாவெலும்புகளும் கீழ்ப்பக்கம் கும்மட்ட வடிவிலான இடைத்திரையும் சூழ்ந்துள்ளன.

மார்பகத்தில் நுரையீரல்கள் இவ்வாறு அமைந்திருப்பதால் மார்பகத்தின் பருமனில் ஏற்படும் சிறு மாறுபாடுகளும் நுரையீரற் குழியில் எதிரொலிக்கின்றன. நாம் நுரையீரற் பருமனை நேரடியாக மாற்றமலிருக்க இவ்வாறான உடற்கூறமைப்பு மிகவும் அவசியமானது.

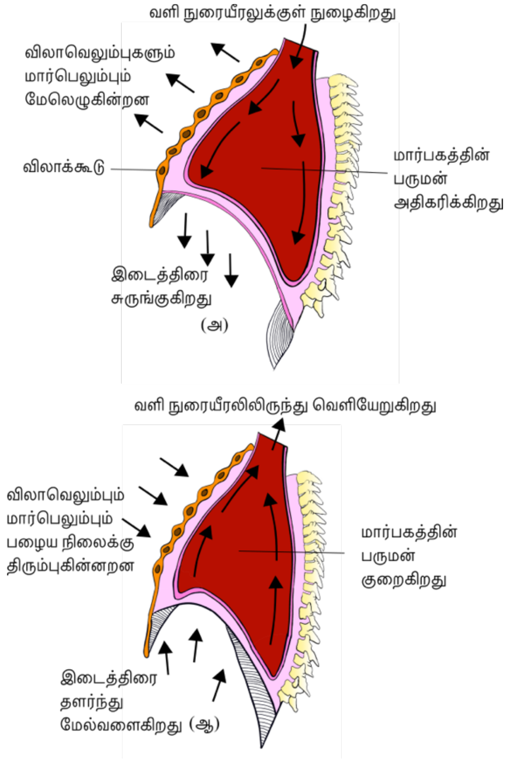
மூச்சு நிகழ்வின் படிநிலைகள் பின்வருமாறு:

1. நுரையீரற்காற்றோட்டம் எனப்படும் மூச்சிடலில் வளிக்கோளத்திலிருந்து வளி நுரையீரலுக்குள் உட்புகுதலும் நுரையீரலின் சிற்றறைகளிலுள்ள CO_2 வெளியேறுதலும்
2. சிற்றறைகளிலுள்ள வளிமங்கள் (O_2, CO_2) சிற்றறைச்சவ்வினூடாக விரவல்
3. குருதியின்வழி வளிமங்களை உடலின் வெவ்வேறு பகுதிகளுக்கு கடத்தல்
4. குருதிக்கும் திசுக்களுக்குமிடையில் விரவலால் O_2, CO_2 விரவல்
5. உயிரணுக்கள் சிதைமாற்ற வினைகளில் O_2ஐ பயன்படுத்தி CO_2ஐ வெளியேற்றல்

17.2 மூச்சின் இயங்குமுறை

மூச்சிடல் இரண்டு படிநிலைகளில் நடைபெறுகிறது. வளிக்கோளத்திலுள்ள காற்றை உள்வாங்குதல் **உண்மூச்சு**; சிற்றறைகளிலுள்ள வளிமம் நுரையீரல்களை விட்டு வெளியேறுவது **வெளிமூச்சு**. நுரையீரலுக்கும் வளிக்கோளத்துக்குமிடையான வளியழுத்தவேறுபாடு உண்மூச்சும் வெளிமூச்சும் நடைபெறுவதற்கான காரணி. நுரையீரலுக்குள் வளியழுத்தம் (நுரையீரலுள்ளழுத்தம்) வளிக்கோள அழுத்தத்தைவிட குறைவாயிருந்தால், உண்மூச்சு நடைபெறுகிறது. நுரையீரலுள்ளழுத்தம் வளிக்கோள அழுத்தத்தைவிட அதிகமாக இருந்தால் வெளிமூச்சு நடைபெறுதிறது. இடைத்திரையும் விலாவெலும்புகளிடையிலுள்ள வெளிவிலா விடைத்தசைகள், உள்விலாவிடைத்தசைகள் ஆகிய சில தனித்துவமான தசைகளும் இந்த வளியழுத்த வேறுபாடுகளுக்கு காரணமாகின்றன. இடைத்திரைத்தசைகள் சுருங்குவதால் மார்பகத்தின் பருமன் மேற்கீழச்சில் அதிகரித்து

உண்மூச்சு தொடங்குகிறது. வெளிவிலாவிடைத் தசைகள் சுருங்குவதால் விலாவெலும்புகள் மேற்புறமாகவும் வெளிப்புறமாகவும் விரிவடைந்து மார்பகவறையின் பருமன் முதுகுவயிற்றச்சில் அதிகமாகிறது. மார்பகப்பருமன் அதிகமாவதால் நுரையீரற்பருமனும் அதிகமாகிறது. நுரையீரற்பருமன் அதிகமாவதன் விளைவாக நுரையீரலுள்ளழுத்தம் வளிக்கோள அழுத்தத்தை விட குறைகிறது. இதனை ஈடுசெய்ய வெளியிலுள்ள வளி மூச்சுப்பாதையின் வழியாக நுரையீரலில் நுழைகிறது. இதனை உண்மூச்சு (படம் 17.2(அ)) என்கிறோம்.



படம் 17.2 (அ) உண்மூச்சும் (ஆ) வெளிச்மூச்சும்

இடைத்திரையும் விலாவிடைத்தசைகளும் நெகிழ்வதால் இடைத்திரையும் விலாவெலும்புகளும் இயல்புநிலைக்கு வந்து மார்பகப்பருமனையும் அதனால் நுரையீரற்பருமனையும் குறைக்கிறது. இதனால் நுரையீரலுள்ளழுத்தம் வளிக்கோளவழுத்தத்தைவிட சற்றே அதிகரித்து நுரையீரலிலிருந்து வளியை வெளியேற்றுகிறது. இவ்வாறு வெளிமூச்சு நிகழ்கிறது. (படம் 17.2(ஆ))

வயிற்றிலுள்ள வேறு சில தசைகளின் உதவியால் நாம் உண்மூச்சையும் வெளிமூச்சையும் மேலும் வலிமையாக்கலாம். சராசரியாக, ஒரு உடனலமான மனிதர் நிமிடத்துக்கு 12-16 முறை மூச்சிடுகிறார். மூச்சீட்டசைவுகளில் பங்கேற்கும் வளியின் பருமனை மூச்சளவியால் மதிப்பிடலாம். இது நுரையீரற்செயல்பாடுகளின் மருத்துவக மதிப்பாய்வில் மிகவும் பயன்படுகிறது.

17.2.1 மூச்சுப்பருமன்களும் கொண்மங்களும்

வீச்சுப்பருமன் (வீப): ஒரு இயல்பான மூச்சின்போது உள்ளேறி வெளியேறும் வளியின் பருமனே வீச்சுப்பருமன். இது சுமார் 500 mL. ஒரு உடனலமான மனிதர் நிமிடத்துக்கு சுமார் 6000 mL முதல் 8000 mL வரையான வளியை உள்ளிழுக்கவும் வெளியேற்றவும் செய்கிறார்.

உண்மூச்சொதுக்கப்பருமன் (உசொப) : வலிந்து உள்ளிழுக்கும் கூடுதல் மூச்சுவளியின் அளவு உண்மூச்சொதுக்கப்பருமன். இது சராசரியாக 2500 mL முதல் 3000 mL வரை.

வெளிமூச்சொதுக்கப்பருமன் (வெவொப) : வலிந்து வெளியேற்றும் கூடுதலான மூச்சுவளியின் அளவு வெளிமூச்சொதுக்கப் பருமன். இது சராசரியாக 1000 mL முதல் 1100 mL வரை.

எச்சப்பருமன் (எப): வலிந்து வெளியேற்றப் பட்ட வெளிமூச்சிற்கு பிறகு நுரையீரல்களில் தங்கியுள்ள எஞ்சிய வளியின் பருமனை எச்சப்பருமன் என்கிறோம். இதன் அளவு சராசரியாக 1100 mLமுதல் 1200 mLவரை.

மேல் விவரித்த மூச்சுப்பருமன்களை சேர்ப்பதன்மூலம் மருத்துவக நோயறிதலில் பயன்படும் பலவகையான மூச்சுக்கொள்ளளவுகளை தருவிக்கலாம்.

உண்மூச்சியலளவு (உமூவு): இயல்பான வெளிமூச்சுக்குப்பிறகு ஒருவர் உள்ளிழுக்கவியலும் வளியின் மொத்தப்பருமனை உண்மூச்சியலளவு என்கிறோம். இது வீச்சுப்பருமனும் உண்மூச்சொதுக்கப்பருமனும் சேர்ந்தது (வீப+உசொப).

வெளிமூச்சியலளவு (வெமூவு): இயல்பான உண்மூச்சுக்குப்பிறகு ஒருவர் வெளியிடக்கூடிய வளியின் பருமனை வெளிமூச்சியலளவு என்கிறோம். இது வீச்சுப்பருமனும் வெளிமூச்சொதுக்கப்பருமனும் சேர்ந்தது (வீப + வெவொப).

செயற்பாட்டெச்சக்கொண்மை (செசமை): இது இயல்பான வெளிமூச்சுக்கு பிறகு நுரையீரலில் எஞ்சியுள்ள காற்றின் பருமன். இது உவொப+எப சேர்ந்தது.

பெரும மூச்சளவு (பெமூ): வலிந்து வெளியேற்றிய வெளிமூச்சுக்குப்பின் உள்ளிழுக்கும் மீப்பெரும வளிப்பருமனை பெருமமூச்சளவு என்கிறோம். இது வெவொப, வீப, உசொப ஆகியவை சேர்ந்தது. இதுவே வலிந்து உள்ளெடுத்த உண்மூச்சுக்குப்பின் வெளியிடும் மீப்பெரும வளிமப்பருமனுக்கும் சமம்.

நுரையீரலின் மொத்த இயலளவு (நுமொவி) இது வலிந்த உண்மூச்சுக்குப்பின் நுரையீரலின் மொத்த இயலளவு. இது எப, வெவொப, வீப, உசொப ஆகியவை சேர்ந்தது; அதாவது பெமூ + எப.

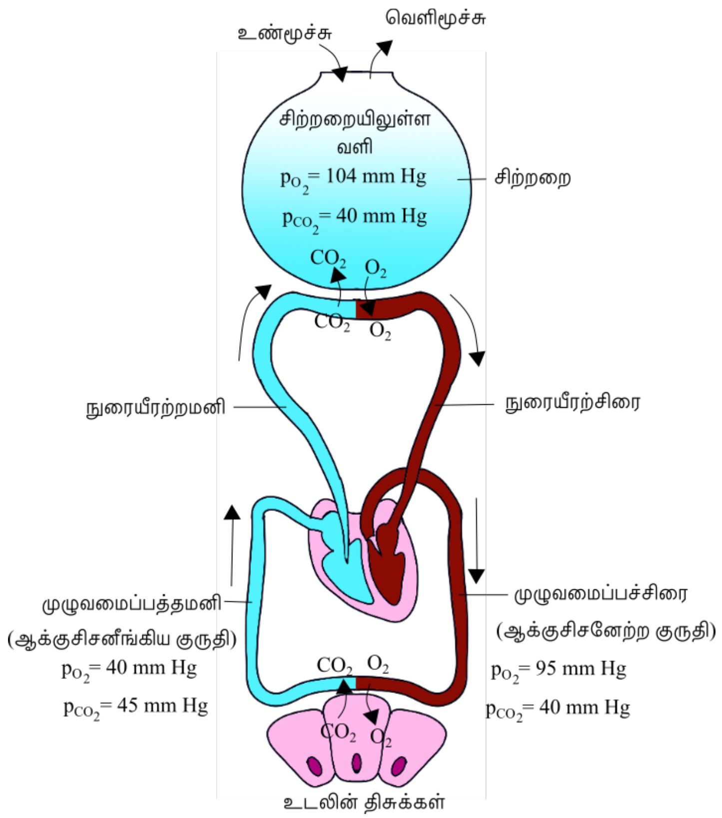
17.3 வளிமப்பரிமாற்றம்

வளிமப்பரிமாற்றம் நடைபெறும் முதன்மையான இடம் சிற்றறைகள். குருதிக்கும் திசுக்களுக் குமிடையிலும் பரிமாற்றம் நடைபெறுகிறது. ஆக்குசிசனும் (O_2) கரிமவீராக்குசைடும் (CO_2) அழுத்தச்சாய்வினாலும் செறிவுச்சாய்வினாலும் எளிய விரவலால் பரிமாற்றமடைகின்றன. வளிமங்களின் கரைவுமையும் விரவலில் ஈடுபடும் சவ்வுகளின் தடிமனும் விரவல்வேகத்தை தீர்மானிக்கும் சில முதன்மைக்காரணிகள்.

வளிமங்களின் கலவையில் ஒவ்வொரு வளிமமும் பங்களிக்கும் அழுத்தமே அவ்வளிமத்தின் பகுதியழுத்தம். அதை ஆக்குசிசனுக்கும் கரிமவீராக்குசைட்டுக்கும் முறையே pO_2, pCO_2 என்று குறிக்கிறோம். இந்த இரண்டு வளிமங்களுக்கும் வளிக்கோளத்திலும் இரண்டு விரவலிடங்களிலும் உள்ள பகுதியழுத்தங்களை அட்டவணை 17.1உம் படம் 17.3உம் தருகின்றன.

அட்டவணை 17.1 வளிக்கோளத்தின் ஒப்பீட்டில் விரவலில் ஈடுபடும் வெவ்வேறு பகுதிகளில் ஆக்குசிசன், கரிமவீராக்குசைடு ஆகியவற்றின் பகுதியழுந்தங்கள் (mm Hg).

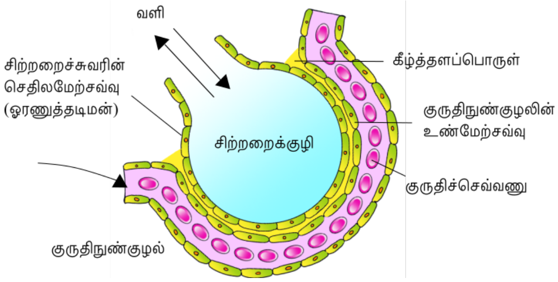
மூச்சு வளிமங்கள்	வளிக்கோள வளி	சிற்றறை	ஆக்குசிசன் நீங்கிய குருதி	ஆக்குசிசனேற்ற குருதி	திசுக்கள்
O_2	159	104	40	95	40
CO_2	0.3	40	45	40	45



படம் 17.3 சிற்றறைகளிலும் உடலின் திசுக்களிலும் வளிமங்கள் குருதியுடன் பரிமாறுவதையும் ஆக்குசிசனும் கரிமவீராக்குசைடும் கடத்தப்படுவதையும் காட்டும் படவிளக்கம்

சிற்றறைகளிலிருந்து குருதிக்கும் குருதியிலிருந்து திசுக்களுக்கும் O_2 செல்வதற்கான செறிவுவேறுபாடு இருப்பதை அட்டவணை தெளிவாக காட்டுகிறது. அதைப்போல, கரிமவீராக்குசைட்டின் செறிவுச்சாய்வு எதிர்த் திசையில் செயலாற்றுகிறது; அதாவது திசுக்களிலிருந்து குருதிக்கும் குருதியிலிருந்து சிற்றறைகளுக்கும் செல்கிறது.

திசுக்களில் கரிமவீராக்குசைட்டின் கரைவுமை ஆக்குசிசனைவிட 20-25 மடங்கு அதிகம் என்பதால், ஒரு குறிப்பிட்ட அளவான பகுதியமுத்த வேறுபாட்டினால் விரவற்சவ்வினூடாக விரவும் கரிமவீராக்குசைட்டின் அளவு ஆக்குசிசனின் அளவைவிட மிக அதிகம்.



படம் 17.4 ஒரு நுரையீரனுண்குழலுடன் ஒரு சிற்றறையின் வெட்டுத்தோற்றத்தின் படவரைவு

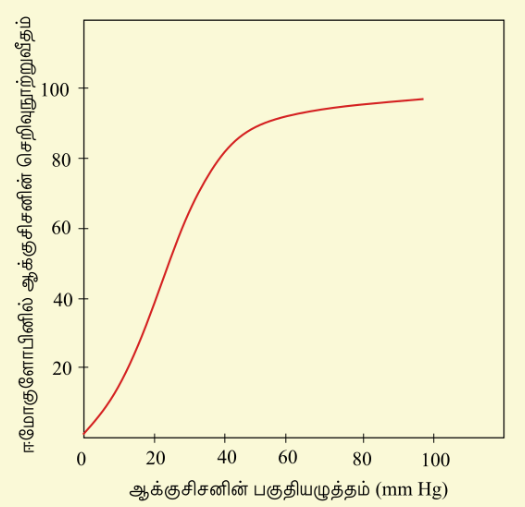
விரவற்சவ்வு மூன்று அடுக்குகளுள்ளது (படம் 17.4). அவை (1) சிற்றறைகளின் மெல்லிய செதிலமேற்சவ்வு, (2) சிற்றறைய நுண்குழல்களின் உண்மேற்சவ்வு (3) இவற்றுக்கு இடையான கீழ்த்தளப்பொருள்கள். கீழ்த்தளப்பொருள்களில் செதிலமேற்சவ்வை தாங்கும் ஒரு மெல்லிய கீழ்த்தளச்சவ்வும் நுண்குழல்களின் ஒற்றைப் படல உண்மேற்சவ்வின் அமைப்பை சூழ்ந்துள்ள கீழ்த்தளச்சவ்வும் அடங்குகின்றன. விரவற்சவ்வின் மொத்தத்தடிமன் ஒரு மில்லிமீட்டரைவிட குறைவு. ஆகவே நமது உடலின் எல்லா காரணிகளும் சிற்றறைகளிலிருந்து திசுக்களுக்கு செல்லும் ஆக்குசிசன் விரவலும் திசுக்களிலிருந்து சிற்றறைகளுக்கு செல்லும் கரிமவீராக்குசைட்டின் விரவலும் நடைபெற சாதகமாக அமைகின்றன.

17.4 வளிமங்களின் கடத்தல்

குருதி ஆக்குசிசனையும் கரிமவீராக்குசைட்டையும் கடத்தும் ஊடகமாக செயல்படுகிறது. குருதியிலுள்ள சிவப்பணுக்கள் சுமார் 97% ஆக்குசிசனை கடத்துகின்றன. மீதமுள்ள 3% ஆக்குசிசன் குருதிக்குழைமத்தில் கரைந்த நிலையில் கடத்தப்படுகிறது. சுமார் 20-25% கரிமவீராக்குசைடு சிவப்பணுக்களின் மூலமாகவும் 70% ஐதரசக்கரிமமிலேட்டின் வடிவிலும் கடக்கிறது. ஏறக்குறைய 7% கரிமவீராக்குசைடு குழைமத்தில் கரைந்த நிலையில் கடக்கிறது.

17.4.1 ஆக்குசிசக்கடத்தல்

சிவப்பணுவில் சிவப்பு நிறமானதும் இரும்பயனியை உள்ளடக்கியதுமான ஈமோகுளோபின் என்ற ஒரு புரதம் உள்ளது. ஆக்குசிசன் ஈமோகுளோபினுடன் எளிதில் பிரியும் வகையில் பிணைக்கப்பட்டு ஆக்குசிசவீமோகுளோபின் உருவாகிறது. ஈமோகுளோபினின் ஒவ்வொரு மூலக்கூறும் மீயதிகமாக ஆக்குசிசனின் நான்கு மூலக்கூறுகளை தாங்கிச்செல்லக்கூடியவை. ஈமோகுளோபினுடன் ஆக்குசிசன் பிணைவது முதன்மையாக ஆக்குசிசனின் பகுதியமுத்தத்துடன் (pO_2) தொடர்பானது. கரிமவீராக்குசைட்டின் பகுதியமுத்தம், ஐதரசவயனிகளின் செறிவு, வெப்பநிலை ஆகியவையும் இந்த பிணைப்பில் குறுக்கிடும் காரணிகள்.



படம் 17.5 ஆக்குசிசப்பிரிகைவளைவரை

ஈமோகுளோபினின் ஆக்குசிசச்செறிவின் விழுக்காட்டை ஆக்குசிசனின் பகுதியமுத்தத்துக்கு எதிராக வரையும்போது ஒரு எசுவடிவக் கோடு கிடைக்கிறது. இதை ஆக்குசிசப்பிரிகை வளைவரை என்றழைக்கிறோம் (படம் 17.5). இது கரிமவீராக்குசைட்டின் பகுதியமுத்தமும் ஐதரசவயனியின் செறிவும் ஆக்குசிசன் ஈமோகுளோபினுடன் பிணைவதில் ஏற்படுத்தும் விளைவுகளை அறிய உதவுகிறது. சிற்றறைகளில் அதிகமான pO_2, குறைவான pCO_2, குறைவான H^+ செறிவு, குறைவான வெப்பம் ஆகிய காரணிகள் ஆக்குசிசவீமோகுளோபின் உருவாக சாதகமாக அமைகின்றன. அதேநேரத்தில் திசுக்களிலுள்ள குறைவான pO_2, அதிகமான pCO_2, அதிக H^+ செறிவு, அதிக வெப்பம் ஆகியவை ஆக்குசிசவீமோகுளோபினிலிருந்து ஆக்குசிசன் பிரிய சாதகமான சூழலை ஏற்படுத்துகின்றன. இந்த நிகழ்வு நுரையீரலின் மேற்பரப்பில் ஆக்குசிசன் ஈமோகுளோபினுடன் பிணைவதையும் திசுக்களில் பிரிவதையும் தெளிவாக காட்டுகிறது. இயல்பான உடற்செயலிய நிலைமைகளில் ஆக்குசிசன் நிறைந்த ஒவ்வொரு $100\,mL$ குருதியும் சுமார் $5\,mL$ ஆக்குசிசனை திசுக்களுக்கு கொண்டளிக்கிறது.

17.4.2 கரிமவீராக்குசைட்டுக்கடத்தல்

சுமார் 20-25% கரிமவீராக்குசைடு ஈமோகுளோபினுடன் இணைந்து கரிமமினவீமோகுளோபினாக கடத்தப்படுகிறது. இந்த பிணைப்பு கரிமவீராக்குசைட்டின் பகுதியழுத்தத்துடன் (pCO_2) தொடர்புடையது; ஆக்குசிசனின் பகுதியழுத்தமும் (pO_2) இந்த பிணைப்பை பாதிக்கும் ஒரு பெருங்காரணி. திசுக்களில் pCO_2 அதிகமாகவும் pO_2 குறைவாகவும் இருப்பதால் அதிக அளவிலான கரிமவீஈராக்குசைடு பிணைவுறுகிறது. சிற்றறைகளில் pCO_2 குறைவாகவும் pO_2 அதிகமாகவும் இருப்பதால் கரிமமினவீமோகுளோபினிலிருந்து கரிமவீராக்குசைட்டின் பிரிகை நடைபெறுகிறது. அதாவது ஈமோகுளோபினுடன் பிணைந்துள்ள CO_2 திசுக்களிலிருந்து பிரிக்கப்பட்டு சிற்றறைகளை சென்றடைகிறது. சிவப்பணுக்களில் கரிமமிலநீர்நீக்கவூக்கி என்ற ஊக்கிப்புரதம் இருக்கிறது; குருதிக்குழைமத்திலும் இது சிறிதளவு இருக்கிறது.

இந்த ஊக்கிப்புரதங்கள் கீழ்கண்ட வேதியியமாற்றங்கள் இரு திசைகளிலும் நடைபெற உதவுகின்றன.

$$CO_2 + H_2O \overset{\text{கரிமமிலநீர்நீக்கவூக்கி}}{\rightleftharpoons} H_2CO_3 \underset{\text{கரிமமிலநீர்நீக்கவூக்கி}}{\leftrightharpoons} HCO_3^- + H^+$$

திசுக்களில் சிதைமாற்றத்தால் கரிமவீராக்குசைட்டின் பகுதியமுத்தம் அதிகமாக இருக்கிறது; இதனால், கரிமவீராக்குசைடு குருதியின் சிவப்பணுக்களிலும் கூழ்மத்திலும் விரவி HCO_3^-, H^+ ஆகிய அயனிகளாகிறது. சிற்றறைகளில் கரிமவீராக்குசைட்டின் பகுதியழுத்தம் குறைவாயிருப்பதால் வேதிவினை எதிர்த்திசையில் செயலாகி கரிமவீராக்குசைடும் நீரும் உருவாகின்றன. இவ்வாறாக, திசுக்களில் ஐதரசக் கரிமமிலேட்டாக சிறைப்பட்ட கரிமவீராக்குசைடு சிற்றறைகளுக்கு சென்றடையும்போது மீண்டும் கரிமவீராக்குசைடாக மாறி விடுபடுகிறது (படம் 17.4).

ஆக்குசிசநீங்கிய குருதியின் $100\,mL$ சுமார் $4\,mL$ கரிமவீராக்குசைட்டை சிற்றறைகளுக்கு செலுத்துகிறது.

17.5 மூச்சொழுங்குறுத்தம்

மனித இனத்துக்கு உடலின் திசுக்களின் தேவைக்கேற்றவாறு மூச்சை தகவைப்பதும் மட்டுறுத்துவதுமான தனித்திறமை உள்ளது. இது மனித உடலின் நரம்பமைப்பால் செயலாற்றுகிறது. மனித மூளையின் முகுளத்திலுள்ள மூச்சுத்தாளமையம் எனும் தனித்துவமான மையமே மூச்சை ஒழுங்குறுத்தும் முதன்மைப் பொறுப்பை ஏற்கிறது. மூளையின் நரம்புப்பாலப் பகுதியிலுள்ள மூச்சுச்சீராக்கமையம் மூச்சுத் தாளமையத்தின் செயல்பாடுகளை மட்டுறுத்துகிறது. இந்த மையத்தின் நரம்புச்சமிக்கைகள் உண்மூச்சின் நிகழ்நேரத்தை குறைக்கவும் அதன் விளைவாக மூச்சின் வேகத்தை அதிகரிக்கவும் செய்யலாம். மூச்சுத்தாள மையத்தின் அருகில் காணப்படும் ஒரு வேதிச்சுரணைப்பகுதி கரிமவீராக்குசைட்டுக்கும் ஐதரசவயனிக்கும் மிகவும் சுரணையானது. இந்த வேதிப் பொருள்கள் அதிகமாகும்போது இந்த மையம் செயலூக்கமடைந்து தாளமையத்துக்கு சமிக்கைகளை அனுப்பி இந்த வேதிப்பொருள்களை அகற்றுவதற்குத்தேவையான மாற்றங்களை மூச்சுநிகழ்முறையில் ஏற்படுத்துகிறது.

பெருந்தமனிவளைவிலும் தலைத்தமனியிலுமுள்ள பெறுநுனிகள் கரிமவீராக்குசைட்டிலும் ஐதரசவயனியிலும் ஏற்படும் செறிவுவேறுபாட்டை உணர்ந்து தேவைக்கேற்ப மூச்சுத்தாளமையத்துக்கு செய்திகளை அனுப்பி திருத்தும் செயல்களை செய்கின்றன. மூச்சை ஒழுங்குறுத்துவதில் ஆக்குசிசனின் பங்கு குறிப்பிடத்தக்கதாக இல்லை.

17.6 மூச்சமைப்பின் முறைமையின்மைகள்

ஈளைநோய்: மூச்சுக்கிளைக்குழல்களிலும் மூச்சுநுண்குழல்களிலும் ஏற்படும் அழற்சியால் மூச்சிடல் கடினமாகி மூச்சிழுப்பு உண்டாகிறது.

திசுவூதல்: இது சிற்றறைகளின் சுவர்கள் சேதமாகி மூச்சுவிடலின் மேற்பரப்பு குறைவதால் ஏற்படும் ஒரு நாட்பட்ட முறைமையின்மை. இந்நிலை உருவாக புகைபிடித்தல் ஒரு முக்கிய காரணமாகிறது.

தொழிற்பணியால் மூச்சுமுறைமையின்மைகள்: சில தொழிலகங்களில், குறிப்பாக கல்லரைத்தலோ கல்லுடைத்தலோ நிகழும் தொழில்களில் உடலின் தற்காப்பியங்குமுறை முற்றிலும் சமாளிக்கவியலாத அளவுக்கு அதிகமான தூசு உண்டாகிறது. தொழிலாளார்கள் நீண்டகாலமாக இப்பொருள்களை மூச்சிடும்போது ஏற்படும் அழற்சி நாரிழைமிகைக்கு (நாரிழைத்திசு மிகையாக வளர்தல்) காரணமாகி, நுரையீரலில் பெரிய அளவில் பாதிப்பு நிகழ்கிறது. எனவே தொழிற்சாலைகளில் பணிபுரிவோர் இம்முறைமையின்மையை தடுக்கும்வகையில் கட்டாயம் பாதுகாப்பு மறைப்பிகளை (முகத்திரைகளை) அணியவேண்டும்.

சுருக்கவுரை

உயிரணுக்கள் ஆக்குசிசனை பயன்படுத்தி வளர்சிதைமாற்றமடையும்போது உடலுக்கு தேவையான ஆற்றலை உண்டாக்கும் அதே நேரத்தில் தீங்கு விளைவிக்கக்கூடிய கரிமவீராக்குசைடும் உண்டாகிறது. விலங்குகளில் ஆக்குசிசனை உயிரணுக்களுக்கு அனுப்பவும் கரிமவீராக்குசைட்டை அங்கிருந்து நீக்கவும் வெவ்வேறு இயங்குமுறைகள் படிமலர்ந்திருக்கின்றன. மனிதவினத்தில் இரண்டு நுரையீரல்களும் அவற்றுடன் இணைந்த மூச்சுப்பாதையும் அடங்கிய நன்கு வளராகிய மூச்சமைப்பு மேற்கூறிய செயல்பாடுகளை செய்கின்றது.

மூச்சிடலின் முதற்படியாக வளிக்கோள வளியை உண்மூச்சாக எடுப்பதும் சிற்றறைகளின் வளியை வெளிமூச்சாக வெளியேற்றுவதும் நிகழ்கின்றன. இதைத்தொடர்ந்து, சிற்றறைகளில் ஆக்குசிசன் நீங்கிய குருதிக்கு ஆக்குசிசனை வழங்கி கரிமவீராக்குசைட்டை நீக்குவது, இந்தவளிமங்களை உடலின் எல்லாப்பகுதிகளுக்கும் குருதியின்மூலம் அனுப்புவது, ஆக்குசிசனேற்றிய குருதிக்கும் திசுக்களுக்கு மிடையில் ஆக்குசிசனையும் கரிமவீராக்குசைட்டையும் பரிமாற்றுவது ஆகிய படிநிலைகள் நடைபெறுகின்றன.

விலாவிடைத்தசைகள், இடைத்திரை போன்ற தனித்துவமான தசைகளின் உதவியுடன் வளிக் கோளத்துக்கும் நுரையீரலிலுள்ள சிற்றறைகளுக்குமிடையில் உண்டாகும் அழுத்தவேறுபாட்டினால் உண்மூச்சும் வெளிமூச்சும் நடைபெறுகின்றன. இந்த செயலுக்கு பயன்படும் வளியின் பருமனை மூச்சளவியால் மதிப்பிடுவது மருத்துவக முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது.

சிற்றறைகளிலும் திசுக்களிலும் ஆக்குசிசன், கரிமவீராக்குசைடு ஆகியவற்றின் பரிமாற்றம் விரவலால் நடைபெறுகிறது. விரவல்வீதம் ஆக்குசிசன் கரிமவீராக்குசைடு ஆகியவற்றின் பகுதியழுத்தச்சாய்வுகள், அவற்றின் கரைவுமை, விரவற்பரப்பின் தடிமன் ஆகியவற்றை சார்ந்தது. உடலின் இந்த காரணிகள் ஆக்குசிசன் சிற்றறைகளிலிருந்து ஆக்குசிசநீங்கிய குருதிக்கும் ஆக்குசிசனேற்ற குருதியிலிருந்து திசுக்களுக்கும் விரவ உதவுகின்றன. இதே காரணிகள் கரமவீராக்குசைடு எதிர்த்திசையில், அதாவது திசுக்களிலிருந்து சிற்றறைகளுக்கு, விரவும்படியும் அமைகின்றன.

ஆக்குசிசன் முதன்மையாக ஆக்குசிசவீமோகுளோபின்வழி கடத்தலுறுகிறது. சிற்றறைகளில் pO_2 அதிகமாயிருப்பதால், O_2 ஈமோகுளோபினுடன் பிணைகிறது; திசுக்களில் pCO_2உம் H^+இன் செறிவும் அதிகமாகவுமிருப்பதால் அங்கு ஆக்குசிசன் எளிதில் பிரிகிறது. ஏறக்குறைய 70% கரிமவீராக்குசைடு கரிமமிலநீர்நீக்கவூக்கி என்னும் ஊக்கிப்புரதத்தால் ஐதரசக்கரிமமிலேட்டாக (HCO_3^-) கடத்தப்படுகிறது. 20-25% கரிமவீராக்குசைடு ஈமோகுளோபினின் உதவியால் கரிமமினவீமோகுளோபினாக எடுத்துச்செல்லப்படுகிறது. கரிமவீராக்குசைடு pCO_2 அதிகமுள்ள திசுக்களில் குருதியுடன் இணைகின்றது; pCO_2 குறைந்தும் pO_2 அதிகமாகவுமுள்ள சிற்றறைகளில் குருதியிலிருந்து பிரிகின்றது.

மூளையின் முகுளப்பகுதியிலுள்ள மூச்சுமையம் மூச்சுத்தாளத்தை தகவைக்கிறது. மூளையின் நரம்புப்பாலப்பகுதியிலுள்ள மூச்சுச்சீராக்கமையமும் முகுளத்திலுள்ள ஒரு வேதிச்சுரணைமையமும் மூச்சின் இயங்குமுறையை மாற்றவல்லவை.

பயிற்சிகள்

1. பெரும மூச்சளவின் வரையறையை தருக. அதன் முக்கியத்துவம் என்ன?
2. இயல்பான மூச்சிடலுக்குப்பின் நுரையீரலில் எஞ்சியுள்ள காற்றின் பருமனை குறிப்பிடுக.
3. சிற்றறைகளில் மட்டுமே வளிமங்களின் விரவல் நடைபெறுகிறது. மூச்சமைப்பின் மற்றப்பகுதிகளில் ஏன் நடைபெறுவதில்லை?
4. கரிமவீராக்குசைட்டுக்கடத்தலின் முக்கியமான இயங்குமுறைகளை விளக்குக.
5. சிற்றறைகளிலுள்ள வளிமத்தின் ஒப்பளவில் வளிக்கோளத்தில் pO_2உம் pCO_2உம் எவ்வாறுள்ளது?
   a. pO_2 குறைவு, pCO_2 அதிகம்
   b. pO_2 அதிகம், pCO_2 குறைவு
   c. pO_2 அதிகம், pCO_2 அதிகம்
   d. pO_2 குறைவு, pCO_2 குறைவு
6. இயல்பான நிலைமைகளில் உண்மூச்சு நிகழ்வதை விளக்குக.
7. மூச்சு எவ்வாறு ஒழுங்குறுகிறது?
8. ஆக்குசிசக்கடத்தலில் pCO_2இன் விளைவு என்ன?

9. மலைமீது ஏறும் ஒரு மனிதனின் மூச்சுநிகழ்முறை எவ்வாறிருக்கும்?

10. ஒரு பூச்சியில் வளிமப்பரிமாற்றம் எந்த உடற்பகுதியில் நிகழ்கிறது.?

11. ஆக்குசிசப்பிரிகைவளைவரையை வறையறுக்க. அதன் எசுவடிவப்பாங்கின் காரணம் என்ன?

12. ஆக்குசிசக்குறை என்பதைப்பற்றி அறிந்திருக்கிறீர்களா? அதன் தொடர்பான தகவல்களை சேகரித்து நண்பர்களுடன் கலந்துரையாடுக.

13. வேறுபாடுகளை குறிப்பிடுக.

    a. உவொப, வெசொப

    b. உண்மூச்சியலளவு, வெளிமூச்சியலளவு

    c. பெரும மூச்சளவு, நுரையீரலின் மொத்த இயலளவு

14. வீச்சுப்பருமன் என்றால் என்ன? ஒரு உடனலமான மனிதரின் ஒரு மணி நேர வீச்சுப்பருமன் தோராயமாக எவ்வளவு?

15. உணவை விழுங்கும்போது மூச்சுக்குழலை மூட ஒரு தடுக்கிதழ் உள்ளது. மூச்சுவிடும்போது உணவுக்குழலை மூட ஒரு தடுக்கிதழ் இல்லை. ஏன்?