യൂണിറ്റ് V
മനുഷ്യ ശരീരധർമശാസ്ത്രം
(HUMAN PHYSIOLOGY)

അധ്യായം 16
ദഹനവും ആഗിരണവും

അധ്യായം 17
ശ്വസനവും വാതകവിനിമയവും

അധ്യായം 18
ശരീരദ്രവങ്ങളും അവയുടെ പര്യയനവും

അധ്യായം 19
വിസർജ്യ വസ്തുക്കളും അവയുടെ നിർമ്മാർജനവും

അധ്യായം 20
ചലനവും സഞ്ചാരവും

അധ്യായം 21
നാഡീയ നിയന്ത്രണവും ഏകോപനവും

അധ്യായം 22
രാസീയ ഏകോപനവും ഉദ്ഗ്രഥനവും

ജീവനെക്കുറിച്ചുള്ള ന്യൂനീകരണ ജീവശാസ്ത്ര സമീപനം വർധിച്ച് വരുന്ന ഭൗതിക - രാസാശയങ്ങളുടെയും പ്രവർത്തന രീതികളുടെയും ഉപയോഗത്തിന് കാരണമായി. ഈ പഠനങ്ങളുടെ ഭൂരിഭാഗവും വിനിയോഗിച്ചത് ജീവനുള്ള കലകളിലോ കോശരഹിത വ്യവസ്ഥയിലോ ആണ്. വിജ്ഞാനത്തിന്റെ വിസ്ഫോടനം തന്മാത്രാജീവശാസ്ത്ര പഠനത്തിന് കാരണമായി. തന്മാത്രാശരീരധർമശാസ്ത്രം ജൈവ രസതന്ത്രത്തിനും ജൈവഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിനും സമർഥമായി തീർന്നു. എന്നിരുന്നാലും വർധിച്ചു വരുന്ന യഥാർഥ ജീവീയ സമീപനം ജീവൽപ്രവർത്തനങ്ങളെയും അതുപോലെ ജീവൽ പ്രതിഭാസങ്ങളെയും കുറിച്ചുള്ള സത്യം വെളിപ്പെടുത്തുന്നതിന് ഉതകിയിരുന്നില്ല. ജീവൽ പ്രവർത്തന വ്യവസ്ഥകളിലെ ഘടകങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള പരസ്പരബന്ധത്തിന്റെ ഫലമായി ഉയർന്നു വരുന്ന സവിശേഷതകളാണ് ജീവൽ പ്രതിഭാസങ്ങൾ. തന്മാത്രകളുടെ നിയന്ത്രണജാലിക, തന്മാത്രകൾ കൂടിച്ചേർന്നുണ്ടാകുന്ന വലിയ കൂട്ടങ്ങൾ, കോശങ്ങൾ, കലകൾ, ജീവികൾ, ജീവിഗണം, സമൂഹം തുടങ്ങി എല്ലാ വിഭാഗത്തിന്റെയും സർഗാത്മകതകൾ മൂലമാണ് സവിശേഷതകൾ ഉരുത്തിരിയുന്നത്. ദഹനം, വാതകവിനിമയം, രക്തപര്യയനം, ചലനവും സഞ്ചാരവും തുടങ്ങിയ പ്രധാന ജീവധർമ്മപ്രവർത്തനങ്ങൾ കോശാടിസ്ഥാനത്തിലും തന്മാത്രാടിസ്ഥാനത്തിലും ഈ യൂണിറ്റിന്റെ വിവിധ അധ്യായങ്ങളിൽ പ്രതിപാദിക്കുന്നു. ജീവികളിലെ പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ നിയന്ത്രണവും ഏകോപനവും അവസാനത്തെ രണ്ട് അധ്യായങ്ങളിൽ വിശദീകരിക്കുന്നു.

അൽഫോൻസോ കോർട്ടി
(1822 – 1888)

ഇറ്റാലിയൻ ആന്തരികശാസ്ത്ര വിദഗ്ധനായ അൽഫോൻസോ കോർട്ടി 1822 ൽ ജനിച്ചു. ഉരഗങ്ങളുടെ രക്തപര്യയന വ്യവസ്ഥാപഠനത്തിലൂടെ കോർട്ടി അദ്ദേഹത്തിന്റെ ശാസ്ത്രഗവേഷണം ആരംഭിച്ചു. പിന്നീട് അദ്ദേഹം സസ്തനികളുടെ ശബ്ദ-ശ്രവണ വ്യവസ്ഥയിൽ ശ്രദ്ധ കേന്ദ്രീകരിച്ചു. 1851 ൽ അദ്ദേഹം പ്രസിദ്ധീകരിച്ച പ്രബന്ധത്തിൽ കോക്ലിയയുടെ ബേസല്ലാർ സ്തരത്തിൽ കാണപ്പെടുന്ന രോമ കോശങ്ങൾ ഉള്ള ഓർഗൻ ഓഫ് കോർട്ടി എന്ന ഭാഗമാണ് ശബ്ദ തരംഗങ്ങളെ നാഡീയ ആവേഗങ്ങളാക്കി മാറ്റുന്നത് എന്ന് വിശദീകരിച്ചു. 1888 അദ്ദേഹം ദിവംഗതനായി.

അധ്യായം 16

ദഹനവും ആഗിരണവും
(DIGESTION AND ABSORPTION)

16.1 ദഹനവ്യവസ്ഥ
16.2 ഭക്ഷണത്തിന്റെ ദഹനം
16.3 ദഹിച്ച പദാർഥങ്ങളുടെ ആഗിരണം
16.4 ദഹനവ്യവസ്ഥയുടെ താളപ്പിഴകൾ

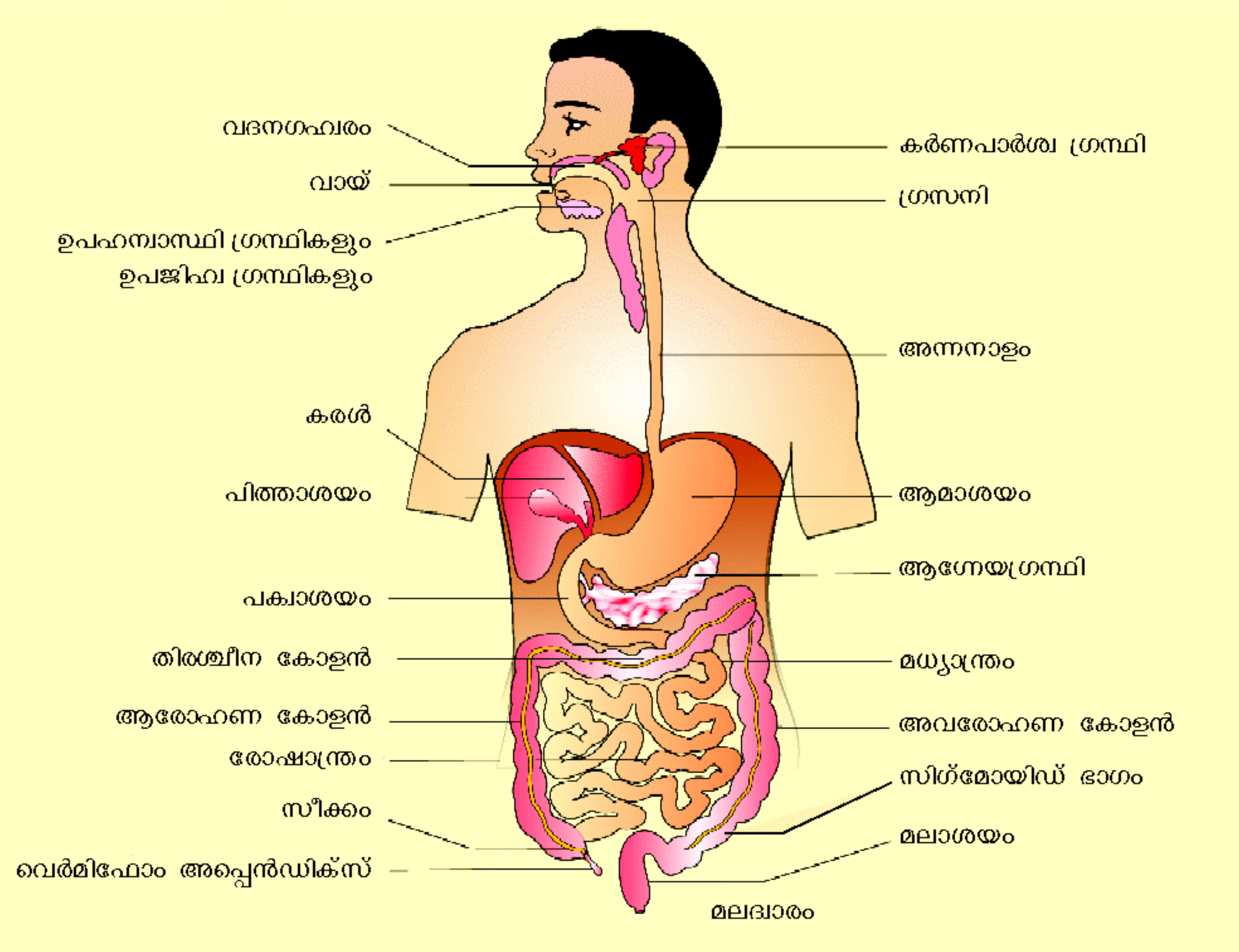
എല്ലാ ജീവികളുടെയും അടിസ്ഥാനപരമായ ആവശ്യകതകളിലൊന്നാണല്ലോ ഭക്ഷണം. ഭക്ഷണത്തിലെ പ്രധാന ഘടകങ്ങളാണ് ധാന്യകം (Carbohydrate), മാംസ്യം (Protein), കൊഴുപ്പ് (Fat) എന്നിവ. ജീവകങ്ങൾ (Vitamin), ധാതുലവണങ്ങൾ (Minerals) എന്നിവ കുറഞ്ഞ അളവിൽ ശരീരത്തിനാവശ്യമാണ്. ശരീരകലകളുടെ ശരിയായ പ്രവർത്തനത്തിനും വളർച്ചയ്ക്കും ആവശ്യമായ ഊർജവും ജൈവവസ്തുക്കളും നൽകുന്നത് ഭക്ഷണപദാർഥങ്ങളാണ്. നാം കുടിക്കുന്ന ജലം നമ്മുടെ ഉപാപചയപ്രവർത്തനങ്ങൾക്കും നിർജലീകരണം തടയുന്നതിനും സഹായിക്കുന്നു. ഭക്ഷണത്തിലെ ജൈവസ്ഥൂലതന്മാത്രകളെ (Biomacromolecules) അതേ രൂപത്തിൽ ഉപയോഗപ്പെടുത്താൻ ശരീരത്തിന് കഴിയില്ല. അവയെ ലഘുഘടകങ്ങളാക്കി മാറ്റുന്നത് നമ്മുടെ ദഹനവ്യവസ്ഥയാണ്. ഭക്ഷണത്തിലെ സങ്കീർണഘടകങ്ങളെ ആഗിരണം ചെയ്യാനുതകുന്ന ലളിതമായ രൂപത്തിലേക്ക് മാറ്റുന്ന പ്രക്രിയയാണ് **ദഹനം**. ദഹനവ്യവസ്ഥയുടെ യാന്ത്രികവും ജൈവരാസികവുമായ പ്രവർത്തനങ്ങളിലൂടെയാണ് ഈ പ്രക്രിയ സാധ്യമാകുന്നത്. ദഹനവ്യവസ്ഥയുടെ പൊതുഘടനാരൂപീകരണം ചിത്രം 16.1 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

16.1 ദഹന വ്യവസ്ഥ

മനുഷ്യന്റെ ദഹന വ്യവസ്ഥയിൽ അന്നപഥവും അനുബന്ധ ഗ്രന്ഥികളും ഉൾപ്പെടുന്നു.

16.1.1 അന്നപഥം

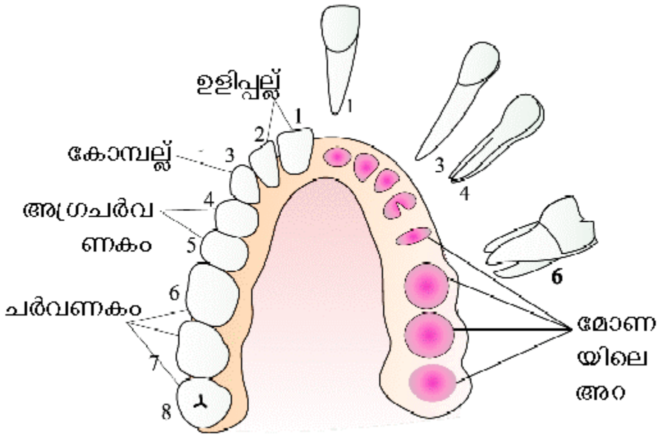
അന്നപഥത്തിന്റെ മുൻഭാഗം വായിൽ നിന്ന് ആരംഭിക്കുകയും പിൻഭാഗം മലദ്വാരത്തിൽ (Anus) അവസാനിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. വായ് വദനഗഹ്വരത്തിലേക്ക് (Buccal or oral cavity) തുറക്കുന്നു. വദനഗഹ്വരത്തിൽ അനേകം പല്ലുകളും പേശിനിർമിതമായ ഒരു നാക്കും കാണപ്പെടുന്നു. ഓരോ പല്ലും താടിയെല്ലിലെ കുഴി



ചിത്രം 16.1 മനുഷ്യന്റെ ദഹനേന്ദ്രിയവ്യവസ്ഥ

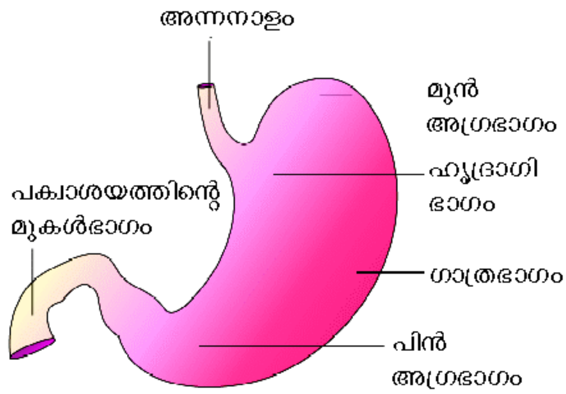
കളിലാണ് ഉറപ്പിച്ചിരിക്കുന്നത് (ചിത്രം 16.2). ഇപ്രകാരമുള്ള പല്ലുകളുടെ ക്രമീകരണത്തിന് **കോടരദന്തങ്ങൾ (Thecodont)** എന്നു പറയുന്നു. മനുഷ്യനുൾപ്പെടെയുള്ള ഭൂരിഭാഗം സസ്തനികളിലും അവയുടെ ജീവിതകാലഘട്ടത്തിൽ രണ്ടുപ്രാവശ്യം പല്ലുകൾ രൂപപ്പെടുന്നു. ആദ്യത്തേത് പാൽപ്പല്ലുകളും അഥവാ കൊഴിയുന്ന പല്ലുകളും (Deciduous teeth), തുടർന്ന് വരുന്നവ സ്ഥിരദന്തങ്ങളും. ഇത്തരത്തിലുള്ള ദന്തവിന്യാസത്തെ **ദ്വിജദന്തങ്ങൾ (Diphyodont)** എന്നു പറയുന്നു. പ്രായപൂർത്തിയായ ഒരു മനുഷ്യന് 32 സ്ഥിരദന്തങ്ങളാണുള്ളത്. അവ നാലു വ്യത്യസ്ത തരത്തിൽ (Heterodont) കാണപ്പെടുന്നു. ഉളിപ്പല്ലുകൾ (Incisors), കോമ്പല്ലുകൾ (Canines), അഗ്രചർവണകങ്ങൾ (Premolars), ചർവണകങ്ങൾ (Molars) എന്നിവ. മുകളിലത്തെയും താഴത്തെയും മോണയുടെ ഓരോ പകുതിയിലും I, C, PM, M എന്ന ക്രമത്തിൽ പല്ലുകൾ അടുക്കിയിരിക്കുന്നതിനെ ദന്തസൂത്രം (Dental formula) ഉപയോഗിച്ച് സൂചിപ്പിക്കാം. ഇത് മനുഷ്യനിൽ $\frac{2123}{2123}$ എന്നാണ്. ചവയ്ക്കാൻ സഹായിക്കുന്ന പല്ലിന്റെ കട്ടിയുള്ള ഭാഗം ഇനാമൽ കൊണ്ട് നിർമി

ച്ചിരിക്കുന്നു. സ്വതന്ത്രമായി ചലിക്കാൻ കഴിവുള്ള ഒരു പേശീനിർമിത അവയവമാണ് നാക്ക്. ഇത് വദനഗഹ്വരത്തിനുള്ളിൽ താഴെയായി സ്ഥിതി ചെയ്യുകയും ഫ്രെനുലം (Frenulum) എന്ന സ്നായുക്കൾ കൊണ്ട് ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. നാക്കിന്റെ ഉപരിതലത്തിൽ ഉയർന്നു നിൽക്കുന്ന ഭാഗങ്ങളാണ് പാപ്പില. അവയിൽ ചിലതിൽ രുചിമുകുളങ്ങൾ (Taste buds) കാണപ്പെടുന്നു.

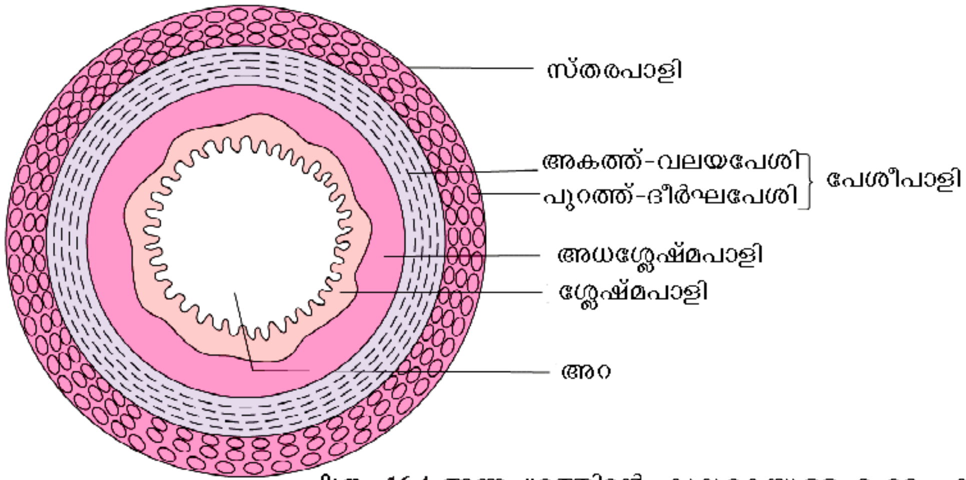


ചിത്രം 16.2 വ്യത്യസ്തതരം പല്ലുകളുടെ ക്രമീകരണം. മോണയുടെ പകുതിഭാഗത്ത് പല്ലുകളുടെ ക്രമീകരണവും മറുഭാഗത്ത് അറകളുടെ ക്രമീകരണവും

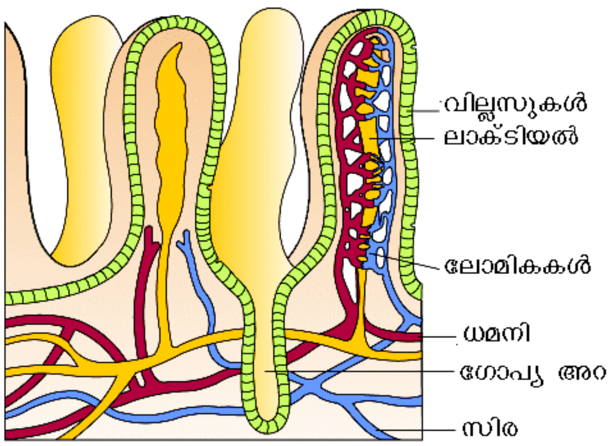
വദനഗഹ്വരം ഒരു ചെറിയ ഗ്രസനി (Pharynx) യിലേക്ക് തുറക്കുന്നു. ആഹാരവും വായുവും കടന്നു പോകുന്ന ഒരു പൊതുവിടമാണ് ഗ്രസനി. അന്നനാളവും (Oesophagus) ശ്വാസനാളവും (Trachea) ഗ്രസനിയിലേക്ക് തുറക്കുന്നു. ശ്വാസനാളത്തിലേക്കുള്ള വിടവാണ് ക്ലോമം (Glottis). ക്ലോമപിധാനം (Epiglottis) എന്നറിയപ്പെടുന്ന തരുണാസ്ഥി നിർമിതമായ ഒരു അടപ്പ് ആഹാരപദാർഥങ്ങൾ വിഴുങ്ങുമ്പോൾ ക്ലോമത്തിലേക്ക് പ്രവേശിക്കാതെ തടയുന്നു. അന്നനാളം കനംകുറഞ്ഞ ഭിത്തിയോടു കൂടിയതും നീളമുള്ളതുമായ ഒരു കുഴലാണ്. ഇത് കഴുത്ത്, ഉരസ്സ് (Thorax), പ്രാചീരം (Diaphragm) എന്നിവയിലൂടെ കടന്ന് 'J' ആകൃതിയിലുള്ള ആമാശയസഞ്ചിയിൽ (Stomach) എത്തിച്ചേരുന്നു. അന്നനാളം ആമാശയത്തിലേക്ക് തുറക്കുന്ന ഭാഗത്ത് ആമാശയ-അന്നനാള പിധായക സ്നായു (Gastro-oesophageal sphincter) എന്ന ഒരു നിയന്ത്രണപേശി കാണപ്പെടുന്നു. ഉദരാശയത്തിൽ മുകളിൽ ഇടതുഭാഗത്താണ് ആമാശയത്തിന്റെ സ്ഥാനം. ഇതിന് നാല് ഭാഗങ്ങളുണ്ട്-അന്നനാളം വന്നു ചേരുന്ന **ഹൃദ്രാഗി (Cardiac)** ഭാഗം, **മുൻ അഗ്ര (Fundic)** ഭാഗം, മധ്യഭാഗത്തെ പ്രധാനപ്പെട്ട **ഗാത്ര (Body)** ഭാഗം, ചെറുകുടലിലേക്ക് തുറക്കുന്ന **പിൻ അഗ്ര (Pyloric)** ഭാഗം (ചിത്രം 16.3). ചെറുകുടലിനും മൂന്ന് വ്യക്തമായ ഭാഗങ്ങളുണ്ട്, ആദ്യത്തെ 'C' ആകൃതിയിലുള്ള ഭാഗത്തെ പക്വാശയം (Duodenum) എന്നും മധ്യഭാഗത്ത് കാണുന്ന നീണ്ട ചുരുളുകൾ ഉള്ള ഭാഗത്തെ മധ്യാന്ത്രം (Jejunum) എന്നും തുടർന്ന് കാണുന്ന കൂടുതൽ ചുരുളുകളുള്ള ഭാഗത്തെ രോഷാന്ത്രം (Ileum) എന്നും പറയുന്നു. ആമാശയം പക്വാശയത്തിലേക്ക് തുറക്കുന്നത് പിൻ അഗ്രപിധായക സ്നായു (Pyloric sphincter) എന്ന പേശി കൊണ്ട് നിയന്ത്രിച്ചിരിക്കുന്നു. രോഷാന്ത്രം വൻകുടലിലേക്ക് തുറക്കുന്നു. വൻ കുടലിന് **സീക്കം (Caecum), കോളൻ (Colon), മലാശയം (Rectum)** എന്നീ മൂന്ന് ഭാഗങ്ങളുണ്ട്. സീക്കം ഒരു ചെറു സഞ്ചിയാണ്. ഇതിനുള്ളിൽ ചില സൂക്ഷ്മ സഹജീവികൾ വസിക്കുന്നു. ഇവ നമുക്ക് ഉപകാരികളാണ്. സീക്കത്തിൽ



ചിത്രം 16.3 മനുഷ്യ ആമാശയത്തിന്റെ ആന്തരഘടന



ചിത്രം 16.4 അന്നപഥത്തിന്റെ കുറുകെയുള്ള ഛേദം കാണിക്കുന്ന രേഖാചിത്രം



ചിത്രം 16.5 വില്ലസുകൾ കാണപ്പെടുന്ന ചെറുകുടലിന്റെ ശ്ലേഷ്മപാളിയുടെ ഛേദം

നിന്ന് വിരൽ പോലെ തള്ളി നിൽക്കുന്ന അവയവമാണ് വെർമിഫോം അപ്പെൻഡിക്സ് (Vermiform appendix). ഇത് ഒരു ലോപിത (Vestigeal) അവയവമാണ്. അണ്ഡുകം കോളനിലേക്ക് തുറക്കുന്നു. സ്ഥാനത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കി കോളൻ നാല് ഭാഗങ്ങളായി തിരിച്ചിരിക്കുന്നു. മുകളിലേക്കുള്ള ആരോഹണ (Ascending) ഭാഗം, കുറുകെയുള്ള തിരശ്ചീന (Transverse) ഭാഗം, താഴേക്കുള്ള അവരോഹണ (Descending) ഭാഗം, പിന്നെ സിഗ്മോയിഡ് ഭാഗം. അവരോഹണ ഭാഗത്തെ തുടർന്ന് മലാശയം കാണുന്നു. മലാശയം മലദ്വാരം വഴി പുറത്തേക്ക് തുറക്കുന്നു.

അന്നപഥത്തിന്റെ ഭിത്തി നാലു പാളികൾകൊണ്ട് നിർമിച്ചിരിക്കുന്നു (ചിത്രം 16.4). ഇത് സ്തരപാളി (Serosa), പേശീപാളി (Muscularis), അധശ്ലേഷ്മപാളി (Sub mucosa), ശ്ലേഷ്മപാളി (Mucosa) എന്നീ പേരുകളിൽ അറിയപ്പെടുന്നു. ഏറ്റവും പുറമെയുള്ള പാളിയായ സ്തരപാളി ആന്തരാവയവങ്ങളുടെ കനം കുറഞ്ഞ ആവരണകല (Mesothelium) കളും യോജകകലകളും കൊണ്ട് നിർമിച്ചിരിക്കുന്നു. പേശീപാളികൾ രണ്ട് പാളി മിനുസപേശികളാൽ നിർമിച്ചിരിക്കുന്നു- അകത്തെപാളി വലയപേശികൾ (Circular) കൊണ്ടും പുറത്തെ പാളി ദീർഘ പേശികൾ (Longitudinal) കൊണ്ടും. ചില ഭാഗങ്ങളിൽ ചരിവുള്ള (Oblique) പേശീപാളികളുമുണ്ട്. അധശ്ലേഷ്മപാളി അയഞ്ഞ യോജകകലകൾ കൊണ്ട് നിർമിച്ചിരിക്കുന്നു. നാഡികൾ, രക്തക്കുഴലുകൾ, ലിംഫ് നാളികൾ തുടങ്ങിയവ ഇവിടെ കാണുന്നു. പക്വാശയത്തിന്റെ അധശ്ലേഷ്മപാളിയിൽ ചില ഗ്രന്ഥികളും കാണപ്പെടുന്നു. അന്നപഥത്തിന്റെ ഏറ്റവും അകത്തെ പാളിയാണ് ശ്ലേഷ്മപാളി. ആമാശയഭാഗത്ത് ഈ പാളിയിൽ ക്രമരഹിതമായി കാണുന്ന മടക്കുകളാണ്, റൂഗേ (Rugae). ചെറു കുടലിന്റെ ശ്ലേഷ്മപാളിയിൽ കാണുന്ന വിരലുകൾ പോലെയുള്ള ഭാഗങ്ങളാണ് വില്ലസുകൾ (Villus) (ചിത്രം 16.5). വില്ലസിൽ സൂക്ഷ്മങ്ങളായ സൂക്ഷ്മ വില്ലസുകൾ (Microvilli) ഉണ്ട്. ഇത്

രോമങ്ങൾ പോലെ കാണുകയും ചെറുകുടലിന്റെ ഉൾഭാഗത്തെ ഉപരിതല വിസ്തീർണം കൂട്ടാൻ സഹായിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

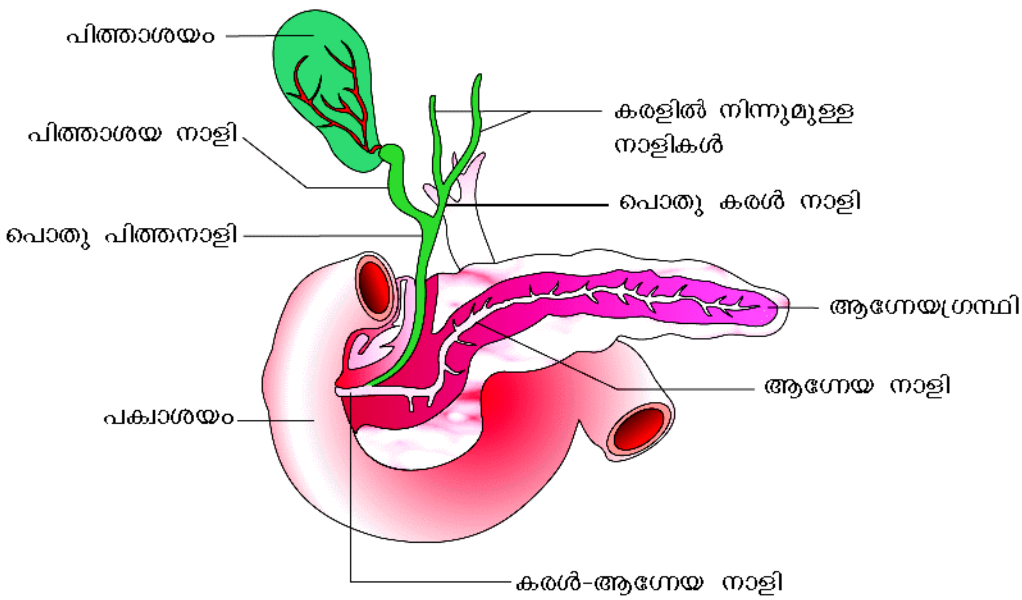
വില്ലസിൽ ധാരാളം രക്തലോമികകളും ലാക്ടിയൽ (Lacteal) എന്ന ഒരു വലിയ ലസികാ നാളിയും (Lymph vessel) കാണപ്പെടുന്നു. ശ്ലേഷ്മപാളിയുടെ ആവരണകലയിലെ ഗോബ്ലെറ്റ് കോശങ്ങൾ (Goblet cells) ശ്ലേഷ്മം ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു. ഇവ അന്നപഥം വഴുവഴുപ്പുള്ളതാകാൻ സഹായിക്കുന്നു. ആമാശയത്തിന്റെ ഭാഗത്തെ ശ്ലേഷ്മപാളിയിൽ ആമാശയ ഗ്രന്ഥികളും (Gastric glands) ചെറുകുടലിൽ വില്ലസുകളുടെ ചുവട്ടിൽ ലെയ്ബർകന്റെ ഗോപ്യ അറകൾ (Crypts of Lieberkuhn) എന്ന ഗ്രന്ഥികളുമുണ്ട്. അതായത് അന്നപഥത്തിന്റെ വിവിധ ഭാഗങ്ങളുടെ ധർമം അനുസരിച്ച് നാലുപാളികളിലും രൂപവ്യത്യാസങ്ങൾ കാണപ്പെടുന്നു.

16.1.2 ദഹനഗ്രന്ഥികൾ (Digestive glands)

അന്നപഥവുമായി ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന ദഹനഗ്രന്ഥികളാണ് ഉമിനീർ ഗ്രന്ഥികൾ, കരൾ, ആഗ്നേയഗ്രന്ഥി (Pancreas) എന്നിവ.

ഉമിനീർ ഗ്രന്ഥികൾ മൂന്നു ജോഡികളുണ്ട്-കവിൾ ഭാഗത്ത് കാണുന്ന കർണപാർശ്വഗ്രന്ഥികൾ (Parotids), കീഴ്ത്താടിയിൽ കാണുന്ന ഉപഹന്വാസ്ഥിഗ്രന്ഥികൾ (Sub maxillary/Sub mandibular), നാവിന്റെ അടിഭാഗത്തു കാണുന്ന ഉപജിഹ്വഗ്രന്ഥികൾ (Sub linguals) എന്നിവ. ഇവ വദനഗഹ്വരത്തിന് പുറമെ കാണപ്പെടുകയും വദനഗഹ്വരത്തിലേക്ക് ഉമിനീർ സ്രവിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

ശരീരത്തിലെ ഏറ്റവും വലിയ ഗ്രന്ഥിയാണ് കരൾ. പൂർണ വളർച്ചയുള്ള ഒരു വ്യക്തിയിൽ ഇതിന് 1.2 മുതൽ 1.5 കിലോഗ്രാം വരെ തൂക്കമുണ്ട്. ഇത് ഉദരാശയത്തിൽ പ്രാചീരത്തിന് (Diaphragm) താഴെയായി രണ്ടു ഇതളുകളായി കാണുന്നു. കരളിന്റെ ഘടനാപരവും ധർമപരവുമായ യൂണിറ്റുകളാണ് കരൾ ഇതളുകൾ (Hepatic lobules). ഇവ ചരടുപോലെ ക്രമീകരിച്ചിരിക്കുന്ന കരൾ കോശങ്ങളാൽ



ചിത്രം 16.6 കരൾ, പിത്താശയം, ആഗ്നേയഗ്രന്ഥി എന്നിവയിലെ നാളീവ്യവസ്ഥകൾ

നിർമിതമാണ്. ഓരോ കരൾ ഇതളും ഗ്ലിസൻസ് ക്യാപ്സ്യൂൾ എന്ന ഒരു ആവരണം കൊണ്ട് പൊതിഞ്ഞിരിക്കുന്നു. കരൾ കോശങ്ങൾ പിത്തരസം (Bile) ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു. ഇത് കരൾ നാളികളിലൂടെ (Hepatic ducts) കടന്ന് പേശീനിർമിതമായ പിത്താശയത്തിൽ (Gall bladder) സംഭരിക്കുന്നു. പിത്താശയത്തിൽ നിന്ന് ഉത്ഭവിക്കുന്ന സിസ്റ്റിക് നാളി, കരൾ നാളിയുമായി ചേർന്ന് പൊതു പിത്തനാളി (Common bile duct) ആയിത്തീരുന്നു (ചിത്രം 16.6).

പൊതുപിത്തനാളിയും ആഗ്നേയ നാളിയും ഒന്നുചേർന്ന് പൊതു കരൾ-ആഗ്നേയ നാളിയായി (Common hepato-pancreatic duct) പക്വാശയത്തിലേക്ക് തുറക്കുന്നു. ഈ ഭാഗം സ്ഫിങ്ടർ ഓഫ് ഓഡി (Sphincter of Oddi) എന്ന പേശി വഴി നിയന്ത്രിച്ചിരിക്കുന്നു.

ആഗ്നേയഗ്രന്ഥി, ബഹിർസ്രാവീ (Exocrine) ഗ്രന്ഥികളും, അന്തസ്രാവീ (Endocrine) ഗ്രന്ഥികളും ചേർന്ന ഒരു സംയുക്ത ഗ്രന്ഥിയാണ്. ഇത് ‘C’ ആകൃതിയിലുള്ള പക്വാശയത്തിന്റെ മധ്യഭാഗത്ത് സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നു. ബഹിർസ്രാവീ ഗ്രന്ഥികൾ രാസാഗ്നികൾ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള ആഗ്നേയരസം ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു. ഇതിന് ക്ഷാര ഗുണമാണുള്ളത്. അന്തസ്രാവീ ഗ്രന്ഥികൾ ഇൻസുലിൻ, ഗ്ലൂക്കഗോൺ എന്നീ ഹോർമോണുകൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു.

16.2 ഭക്ഷണത്തിന്റെ ദഹനം

ദഹനം യാന്ത്രികവും രാസികവുമായ ഒരു പ്രക്രിയയാണെന്ന് നമുക്കറിയാം. വദന ഗഹ്വരത്തിന് രണ്ട് പ്രധാന ധർമങ്ങളാണുള്ളത് . ആഹാരം ചവച്ചരയ്ക്കുകയും വിഴുങ്ങാൻ സഹായിക്കുകയും ചെയ്യുന്നത് ഈ ഭാഗമാണ്. പല്ലിന്റെയും നാക്കിന്റെയും സഹായത്തോടെ ആഹാരം ചവച്ചരച്ച് ഉമിനീരുമായി കൂടി കലർത്തി ഒരു കുഴമ്പ് രൂപത്തിലാക്കുന്നു. ഇതിനെ **ഉരുളകൾ (Bolus)** എന്നു പറയുന്നു. ഈ ഉരുളകൾ ഗ്രസനി വഴി അന്നനാളത്തിലെത്തുന്ന പ്രക്രിയയെ **വിഴുങ്ങൽ (Deglutition)** എന്നു പറയുന്നു. അന്നനാളത്തിലെ പേശികളുടെ തുടർച്ചയായ തരംഗരൂപത്തിലുള്ള സങ്കോചവികാസങ്ങൾ കൊണ്ട് ഉരുളകൾ ആമാശയത്തിലെത്തുന്നു. തരംഗ രൂപത്തിലുള്ള ഈ ചലനത്തെ പെരിസ്റ്റാൾസിസ് (Peristalsis) എന്നു പറയുന്നു. അന്നനാളത്തിൽ നിന്ന് ആമാശയത്തിലേക്ക് ഭക്ഷണപദാർഥങ്ങൾ കടക്കുന്നതിനെ അന്നനാള-പിധായക സ്നായു നിയന്ത്രിക്കുന്നു. ഉമിനീരിൽ Na^+, K^+, Cl^-, HCO_3^- എന്നീ ഇലക്ട്രോലൈറ്റുകളും സലൈവറി അമിലേസ്, ലൈസോസൈം എന്നീ രാസാഗ്നികളും അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. ദഹനപ്രക്രിയയുടെ രാസവിഘടനം ആരംഭിക്കുന്നത് വദനഗഹ്വരത്തിലെ ഉമിനീരിലടങ്ങിയിരിക്കുന്ന സലൈവറി അമിലേസ് എന്ന രാസാഗ്നിയുടെ ജലവിശ്ലേഷണ പ്രവർത്തനം (Hydrolytic action) മൂലമാണ്. ഈ രാസാഗ്നി 30% അന്നജത്തെ (Starch) ജലവിശ്ലേഷണ പ്രവർത്തനത്തിലൂടെ വിഘടിപ്പിച്ച് മാൾട്ടോസ് എന്ന ഡൈസാക്കറൈഡാക്കി മാറ്റുന്നു. സലൈവറി അമിലേസിന് പ്രവർത്തിക്കാനാവശ്യമായ അനുകൂല pH 6.8 ആണ്. ഉമിനീരിലുള്ള ലൈസോസൈം ബാക്ടീരിയകളെ നശിപ്പിക്കുന്നതു വഴി രോഗബാധ തടയുന്നു.

$$\text{അന്നജം} \xrightarrow[\text{pH 6.8}]{\text{സലൈവറി അമിലേസ്}} \text{മാൾട്ടോസ്}$$

ആമാശയത്തിലെ ശ്ലേഷ്മപാളിയിലാണ് ആമാശയ ഗ്രന്ഥികൾ ഉള്ളത്. ഈ ഗ്രന്ഥിയിൽ മൂന്നുതരം കോശങ്ങൾ കാണുന്നു.

(i) ശ്ലേഷ്മകോശങ്ങൾ (Mucus neck cells)

(ii) പെപ്സിനോജൻ എന്ന നിഷ്ക്രിയ രാസാഗ്നി (Proenzyme) സ്രവിപ്പിക്കുന്ന പെപ്റ്റിക് കോശങ്ങൾ

(iii) ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡ് ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന ഗഹ്വരകോശങ്ങൾ (Parietal or Oxyntic cell) എന്നിവ. ഗഹ്വരകോശങ്ങൾ കോശങ്ങളിലെ ആന്തരിക (ഇൻട്രിൻസിക്) ഘടകങ്ങൾ വൈറ്റമിൻ B12 ആഗിരണം ചെയ്യാനും അത്യന്താപേക്ഷിതമാണ്.

ആഹാരപദാർഥങ്ങൾ ഏകദേശം 4 - 5 മണിക്കൂർ ആമാശയത്തിൽ സംഭരിക്കുന്നു. ഈ സമയം ആഹാരം ആമാശയത്തിലെ പേശികളുടെ പ്രവർത്തനഫലമായി അമ്ലഗുണമുള്ള ആമാശയരസവുമായി (Gastric Juice) കൂടിക്കലരുന്നു. ഇങ്ങനെ കൂടിക്കലർന്ന കുഴമ്പു രൂപത്തിലുള്ള ആഹാരപദാർഥത്തെ **കൈം (Chyme)** എന്നു പറയുന്നു. ആമാശയത്തിൽ പെപ്സിനോജൻ എന്ന നിഷ്ക്രിയ രാസാഗ്നി HCl ന്റെ പ്രവർത്തന ഫലമായി സക്രിയ രാസാഗ്നിയായ പെപ്സിൻ ആയിത്തീരുന്നു. ആമാശയത്തിൽ വച്ച് പെപ്സിൻ മാംസ്യങ്ങളെ വിഘടിപ്പിച്ച് പെപ്റ്റൈഡുകളായ പ്രോട്ടിയോസുകളും, പെപ്റ്റോണുകളും ആക്കി മാറ്റുന്നു. ആമാശയരസത്തിലടങ്ങിയിരിക്കുന്ന ശ്ലേഷ്മവും ബൈകാർബണേറ്റുകളും ആമാശയത്തിന്റെ ഉൾഭിത്തിയെ വഴുവഴുപ്പുള്ളതാക്കുകയും അതീവ ഗാഢതയുള്ള ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിന്റെ പ്രവർത്തനത്തിൽ നിന്ന് സംരക്ഷിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. പെപ്സിന്റെ പ്രവർത്തനത്തിനാവശ്യമായ അസിഡിക് pH (pH 1.8) പ്രദാനം ചെയ്യുന്നതും HCl ആണ്. പാലിലെ മാംസ്യങ്ങളെ വിഘടിപ്പിക്കാനാവശ്യമായ റെനിൻ (Rennin) എന്ന രാസാഗ്നി കുഞ്ഞുങ്ങളുടെ ആമാശയരസത്തിൽ കാണുന്നു. ആമാശയഗ്രന്ഥികൾ വളരെക്കുറഞ്ഞ അളവിൽ ലിപ്പേസുകളും സ്രവിപ്പിക്കുന്നു.

ചെറുകുടലിന്റെ പേശീപാളിയിൽ വിവിധ തരം പേശി ചലനങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ ചലനങ്ങൾ ആഹാരത്തെ വിവിധതരം സ്രവങ്ങളുമായി സംയോജിപ്പിക്കുന്നതിനും ദഹനത്തെ ത്വരിതപ്പെടുത്തുന്നതിനും സഹായിക്കുന്നു. ചെറുകുടലിൽ കാണുന്ന സ്രവങ്ങളാണ് പിത്തരസം (Bile), ആഗ്നേയരസം (Pancreatic juice), ആന്ത്രരസം (Intestinal juice) എന്നിവ. ഇവയിൽ ആഗ്നേയരസവും പിത്തരസവും കരൾ-ആഗ്നേയ നാളി വഴി ചെറുകുടലിൽ എത്തിച്ചേരുന്നു. ആഗ്നേയരസത്തിലെ നിഷ്ക്രിയ രാസാഗ്നികളാണ് ട്രിപ്സിനോജൻ, കൈമോട്രിപ്പ്സിനോജൻ, പ്രോകാർബോക്സി പെപ്റ്റിഡേസുകൾ, അമിലേസുകൾ, ലിപേസുകൾ, ന്യൂക്ലിയേസുകൾ എന്നിവ. ട്രിപ്സിനോജനെ ഉത്തേജിപ്പിച്ച് ട്രിപ്സിനാക്കുന്നത് ചെറുകുടലിലെ ശ്ലേഷ്മപാളിയിൽ നിന്ന് സ്രവിക്കുന്ന എന്ററോകൈനേസ് എന്ന രാസാഗ്നിയാണ്. ട്രിപ്സിൻ ആഗ്നേയരസത്തിലെ മറ്റെല്ലാ രാസാഗ്നികളെയും ഉത്തേജിപ്പിക്കുന്നു. പക്വാശയത്തിലേക്ക് എത്തുന്ന പിത്തരസത്തിൽ ബിലിറൂബിൻ, ബിലിവെർഡിൻ എന്നീ വർണവസ്തുക്കളും പിത്തലവണങ്ങൾ, കൊളസ്ട്രോൾ, ഫോസ്ഫോലിപ്പിഡുകൾ തുടങ്ങിയവയും അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. ഇതിൽ രാസാഗ്നികൾ ഒന്നും തന്നെയില്ല. പിത്തരസം ആഹാരപദാർഥങ്ങളിലെ

കൊഴുപ്പിനെ വിഘടിപ്പിച്ച് ചെറു കണികകളാക്കി (Emulsification) മാറ്റുന്നു. കൂടാതെ പിത്തരസം ലിപ്പേസുകളെയും ഉത്തേജിപ്പിക്കുന്നു.

ചെറുകുടലിലെ ശ്ലേഷ്മപാളിയുടെ ആവരണകലയിൽ ധാരാളം **ഗോബ്ലെറ്റ് കോശങ്ങൾ** കാണപ്പെടുന്നു. ഇവ ധാരാളം ശ്ലേഷ്മം ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു. ശ്ലേഷ്മപാളിയുടെ സൂക്ഷ്മവില്ലസുകളും ഗോബ്ലെറ്റ് കോശങ്ങളും ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന സ്രവങ്ങളെ ആന്ത്രരസം (Intestinal juice) അഥവാ **സക്കസ് എന്ററിക്കസ്** (Succus entericus) എന്നു പറയുന്നു. ഇതിൽ രാസാഗ്നികളായ ഡൈസാക്കറിഡേസുകൾ (ഉദാ: മാൾട്ടേസ്), ഡൈപെപ്റ്റിഡേസുകൾ, ലിപ്പേസുകൾ, ന്യൂക്ലിയോസിഡേസുകൾ എന്നിവ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. ശ്ലേഷ്മവും ആഗ്നേയഗ്രന്ഥിയിൽ നിന്നുള്ള ബൈകാർബണേറ്റുകളും ചെറുകുടലിന്റെ ശ്ലേഷ്മപാളിയെ ആസിഡിൽ നിന്ന് സംരക്ഷിക്കുകയും രാസാഗ്നികൾക്ക് പ്രവർത്തിക്കാനാവശ്യമായ ഒരു ക്ഷാരമാധ്യമം (pH 7.8) പ്രദാനം ചെയ്യുകയും ചെയ്യുന്നു. അധശ്ലേഷ്മപാളി ഗ്രന്ഥികളും (Brunner's glands) ഇതിന് സഹായിക്കുന്നു.

ചെറുകുടലിൽ എത്തുന്ന കൈമിലെ ഭാഗികമായി ദഹനം സംഭവിച്ച മാംസ്യങ്ങൾ, പ്രോട്ടീയോസുകൾ, പെപ്റ്റോണുകൾ എന്നിവയിൽ ആഗ്നേയരസത്തിലെ മാംസ്യവിഘടന രാസാഗ്നികൾ താഴെ പറയുന്ന രീതിയിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നു:

പ്രോട്ടീനുകൾ
പെപ്റ്റോണുകൾ
പ്രോട്ടിയോസുകൾ } $\xrightarrow[\text{കാർബോക്സിപെപ്റ്റിഡേസ്}]{\text{ട്രിപ്സിൻ/കൈമോട്രിപ്സിൻ}}$ ഡൈപെപ്റ്റൈഡുകൾ

കൈമിലെ കാർബോഹൈഡ്രേറ്റുകളെ ആഗ്നേയരസത്തിലെ അമിലേസ് ജലവിശ്ലേഷണത്തിലൂടെ ഡൈസാക്കറൈഡുകളാക്കി മാറ്റുന്നു.

പോളിസാക്കറൈഡുകൾ (അന്നജം) $\xrightarrow{\text{അമിലേസ്}}$ ഡൈസാക്കറൈഡുകൾ

പിത്തരസത്തിന്റെ സഹായത്താൽ ലിപേസുകൾ ലിപ്പിഡുകളെ (ട്രൈഗ്ലിസറൈഡുകൾ) വിഘടിപ്പിച്ച് ഡൈഗ്ലിസറൈഡുകളും മോണോഗ്ലിസറൈഡുകളുമാക്കി മാറ്റുന്നു.

ലിപ്പിഡുകൾ $\xrightarrow{\text{ലിപേസുകൾ}}$ ഡൈഗ്ലിസറൈഡുകൾ $\longrightarrow$ മോണോഗ്ലിസറൈഡുകൾ (കൊഴുപ്പ്)

ആഗ്നേയരസത്തിലെ ന്യൂക്ലിയേസുകൾ ന്യൂക്ലിക് ആസിഡുകളിൽ പ്രവർത്തിച്ച് ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡുകളും, ന്യൂക്ലിയോസൈഡുകളുമാക്കി മാറ്റുന്നു.

ന്യൂക്ലിക് ആസിഡുകൾ $\xrightarrow{\text{ന്യൂക്ലിയേസുകൾ}}$ ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡുകൾ $\longrightarrow$ ന്യൂക്ലിയോസൈഡുകൾ

മുകളിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന രാസപ്രവർത്തനങ്ങളുടെ ഫലമായി ലഭിക്കുന്ന ഉൽപ്പന്നങ്ങളിൽ സക്കസ് എന്ററിക്കസിലെ രാസാഗ്നികൾ പ്രവർത്തിച്ച് അവയെ ആഗിരണം ചെയ്യാനുതകുന്ന രൂപത്തിലുള്ള ലളിതമായ തന്മാത്രകളാക്കി മാറ്റുന്നു. ദഹനപ്രക്രിയയുടെ ഈ അവസാന ഘട്ടങ്ങൾ ചെറുകുടലിലെ ശ്ലേഷ്മപാളിയുടെ ആവരണകലയോട് വളരെ ചേർന്നാണ് നടക്കുന്നത്.

സഡൈപെപ്റ്റൈഡുകൾ —(ഡൈപെപ്റ്റിഡേസുകൾ)→ അമിനോ ആസിഡുകൾ

മാൾട്ടോസ് —(മാൾട്ടേസ്)→ ഗ്ലൂക്കോസ് + ഗ്ലൂക്കോസ്

ലാക്ടോസ് —(ലാക്ടേസ്)→ ഗ്ലൂക്കോസ് + ഗാലക്ടോസ്

സൂക്രോസ് —(സൂക്രേസ്)→ ഗ്ലൂക്കോസ് + ഫ്രക്ടോസ്

ന്യൂക്ലിയോ റ്റൈഡുകൾ —(ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡേസുകൾ)→ ന്യൂക്ലിയോ സൈഡുകൾ —(ന്യൂക്ലിയോസൈഡേസുകൾ)→ പഞ്ചസാരകൾ+ബേസുകൾ

ഡൈ/മോണോഗ്ലിസറൈഡുകൾ —(ലിപേസുകൾ)→ ഫാറ്റി ആസിഡുകൾ + ഗ്ലിസറോൾ

മുകളിൽ പറഞ്ഞിരിക്കുന്ന എല്ലാ ജൈവസ്ഥൂല തന്മാത്രകളുടെ വിഘടനങ്ങളും ചെറുകുടലിന്റെ പക്വാശയത്തിലാണ് നടക്കുന്നത്. ഇങ്ങനെ ലഭിക്കുന്ന ലളിത മായ പദാർഥങ്ങൾ ചെറുകുടലിന്റെ മറ്റു ഭാഗങ്ങളായ മധ്യാന്ത്രം, രോഷാന്ത്രം എന്നീ ഭാഗങ്ങളിൽ വച്ച് ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. ദഹിക്കാത്തതും ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെടാത്തതുമായ പദാർഥങ്ങൾ വൻകുടലിലേക്ക് മാറ്റപ്പെടുന്നു.

വൻകുടലിൽ പ്രാധാന്യമുള്ള ദഹനപ്രക്രിയകൾ ഒന്നും തന്നെ നടക്കുന്നില്ല. വൻകു ടലിന്റെ പ്രധാന ധർമങ്ങൾ താഴെ പറയുന്നവയാണ്:

i) ജലം, ധാതുക്കൾ, ചില ഔഷധങ്ങൾ എന്നിവയുടെ ആഗിരണം;

ii) ശ്ലേഷ്മം സ്രവിപ്പിച്ച് ദഹിക്കാത്ത പദാർഥങ്ങളെ തമ്മിൽ യോജിപ്പിച്ച് വഴുവഴു പ്പുള്ളതാക്കുകയും എളുപ്പത്തിൽ പുറന്തള്ളാൻ സഹായിക്കുകയും ചെയ്യുക.

ദഹിക്കാത്തതും ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെടാത്തതുമായ പദാർഥങ്ങൾ മലം (Faeces) എന്ന് അറിയപ്പെടുന്നു. ഇത് രോഷാന്ത്ര-സീക്കൽ വാൽവു വഴി വൻകുടലിലെ സീക്കം എന്ന ഭാഗത്തേക്ക് പ്രവേശിക്കുന്നു. രോഷാന്ത്ര-സീക്കൽ വാൽവ് വിസർജ്യ വസ്തുക്കളുടെ തിരിച്ച് പോക്ക് തടയുന്നു. വിസർജ്യവസ്തുക്കൾ പുറന്ത ള്ളപ്പെടുന്നതുവരെ (Defaecation) താൽക്കാലികമായി മലാശയത്തിൽ സംഭരിച്ചു വയ്ക്കുന്നു.

ദഹനവ്യവസ്ഥയിലെ ആമാശയ-കുടൽ നാളിയിൽ (Gastro-intestinal tract) നട ക്കുന്ന എല്ലാ പ്രവർത്തനങ്ങളും നാഡിവ്യവസ്ഥയുടെയും അന്തസ്രാവി വ്യവ സ്ഥയുടെയും നിയന്ത്രണത്തിലും ഏകോപനത്തിലുമാണ്. ഭക്ഷണപദാർഥങ്ങൾ കാണുക, മണക്കുക, രുചിക്കുക, വായിൽ അവയുടെ സാന്നിധ്യം എന്നിവ ഉമി നീർ ഗ്രന്ഥികളെ ഉത്തേജിപ്പിച്ച് ഉമിനീർ പുറപ്പെടുവിക്കുന്നു. ഇതുപോലെ നാഡീയ ആവേഗങ്ങൾ ആമാശയത്തിലെയും കുടലിലെയും സ്രവങ്ങൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കാൻ പ്രചോദിപ്പിക്കുന്നു. അന്നപഥത്തിന്റെ പേശിചലനങ്ങൾ കേന്ദ്രനാഡീവ്യവസ്ഥ വഴിയും പരിധീയനാഡീ പ്രവർത്തനം വഴിയും നിയന്ത്രിക്കപ്പെടുന്നുണ്ട്. ആമാ ശയത്തിന്റെയും ചെറുകുടലിന്റെയും ശ്ലേഷ്മപാളി ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന ഹോർമോ ണുകൾ ദഹനരസങ്ങളുടെ ഉൽപ്പാദനം നിയന്ത്രിക്കുന്നു.

മാംസ്യം, ധാന്യകം, കൊഴുപ്പ് എന്നിവയുടെ കലോറിക മൂല്യം

(ബോക്സിലെ വസ്തുത മൂല്യനിർണയത്തിന് വിധേയമാക്കേണ്ടതില്ല)

എല്ലാത്തരം ഊർജത്തിന്റെയും അന്തിമരൂപം താപമാണ്. അതിനാൽ ജന്തുക്കളുടെ ഊർജാവശ്യങ്ങളും ഭക്ഷണത്തിൽ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള ഊർജവും താപോർജത്തിന്റെ തോതിലാണ് കണക്കാക്കുന്നത്. കലോറി (cal) അല്ലെങ്കിൽ ജൂളിലാണ് (J) ഇത് സൂചിപ്പിക്കുന്നത്. 1 g ജലത്തിന്റെ താപം 1^0C ലേക്ക് ഉയർത്താൻ ആവശ്യമായ താപോർജത്തിന്റെ അളവാണിത്. ഇത് ഊർജത്തിന്റെ തീരെക്കുറഞ്ഞ അളവായതിനാൽ ശാസ്ത്രജ്ഞർ സാധാരണയായി കിലോകലോറി (kcal) അല്ലെങ്കിൽ കിലോജൂൾ (kJ) എന്ന അളവാണ് ഉപയോഗിക്കാറുള്ളത്. 1 kg ജലത്തിന്റെ താപം 1^0C ലേക്ക് ഉയർത്താൻ ആവശ്യമായ ഊർജത്തിന്റെ അളവാണ് ഒരു കിലോ കലോറി എന്നത്. പോഷകാഹാര വിദഗ്ധർ kcal - യെ Calorie അല്ലെങ്കിൽ Joule (എപ്പോഴും ഇംഗ്ലീഷ് വലിയ അക്ഷരത്തിൽ) എന്ന രീതിയിലാണ് സാമ്പ്രദായികമായി ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നത്. ഒരു ഗ്രാം ഭക്ഷണം ഒരു ബോംബ് കലോറിമീറ്ററിൽ (O_2 നിറച്ച ഒരു അടഞ്ഞ ലോഹ അറ) പൂർണ ജ്വലനത്തിന് വിധേയമാകുമ്പോൾ സ്വതന്ത്രമാക്കപ്പെടുന്ന താപത്തിന്റെ അളവാണ് അതിന്റെ ആകെ കലോറിക (Gross calorific) അല്ലെങ്കിൽ ആകെ ഊർജമൂല്യം (Gross energy value). ഒരു ഗ്രാം ഭക്ഷണത്തിന്റെ ഊർജ ജ്വലനത്തിന്റെ യഥാർഥ അളവാണ് അതിന്റെ ജീവധർമപരമായ മൂല്യം (Physiologic value). ധാന്യകങ്ങൾ, മാംസ്യങ്ങൾ, കൊഴുപ്പ് എന്നിവയുടെ ആകെ കലോറിക മൂല്യം (Gross Calorific Value) യഥാക്രമം 4.1 kcal/g, 5.65 kcal/g, 9.45 kcal/g എന്നിങ്ങനെയാണ്. എന്നാൽ അവയുടെ ജീവധർമപരമായ മൂല്യം യഥാക്രമം 4.0 kcal/g, 4.0 kcal/g, 9.0 kcal/g എന്നിങ്ങനെയാണ്.

16.3 ദഹിച്ച പദാർഥങ്ങളുടെ ആഗിരണം

ദഹനത്തിന്റെ ഫലമായുണ്ടാകുന്ന ഉൽപ്പന്നങ്ങൾ ചെറുകുടലിലെ ശ്ലേഷ്മ പാളിയിലൂടെ രക്തത്തിലേക്കോ ലിംഫിലേക്കോ ആഗിരണം ചെയ്യുന്നു. നിഷ്ക്രിയ സംവഹനം (Passive transport), സക്രിയ സംവഹനം (Active transport), സുഗമമാക്കപ്പെട്ട സംവഹനം (Facilitated transport) എന്നീ മാർഗങ്ങളിലൂടെയാണ് സംവഹനം സാധ്യമാകുന്നത്. കുറഞ്ഞ അളവിൽ ഗ്ലൂക്കോസും അമിനോ ആസിഡും ഇലക്ട്രോലൈറ്റുകളായ ക്ലോറൈഡ് അയോണുകളും ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നത് ലളിതവ്യാപനം (Simple Diffusion) വഴിയാണ്. ഈ പദാർഥങ്ങളുടെ സംവഹനം നടക്കുന്നത് രക്തത്തിലെ ഇവയുടെ ഗാഢത അടിസ്ഥാനമാക്കിയാണ്. എന്നാൽ ഫ്രക്ടോസ്, അമിനോ ആസിഡുകൾ തുടങ്ങിയ പദാർഥങ്ങൾ ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നത്, സോഡിയം അയോണുകൾ പോലെയുള്ള വാഹകരുടെ സഹായത്തോടെയാണ്. ഇതിനെയാണ് സുഗമമാക്കപ്പെട്ട സംവഹനം എന്നു പറയുന്നത്.

ജലത്തിന്റെ സംവഹനം നടക്കുന്നത് വ്യതിവ്യാപന വ്യതിയാനത്തെ (Osmotic gradience) അടിസ്ഥാനമാക്കിയാണ്. സക്രിയ ആഗിരണം നടക്കുന്നത് ഗാഢതാ

വ്യതിയാനത്തിന് എതിരെ ആയതിനാൽ ഇതിന് ഊർജം ആവശ്യമാണ്. അമിനോ ആസിഡുകൾ പോലെയുള്ള വിവിധങ്ങളായ പോഷകങ്ങൾ, ഗ്ലൂക്കോസ് പോലെയുള്ള മോണോസാക്കറൈഡുകൾ, Na^+ പോലെയുള്ള ഇലക്ട്രോലൈറ്റുകൾ, എന്നിവ സക്രിയ സംവഹനത്തിലൂടെയാണ് രക്തത്തിലേക്ക് ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നത്.

ഫാറ്റി ആസിഡുകൾ, ഗ്ലിസറോൾ എന്നിവ ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്നവയല്ല. അതിനാൽ അവ നേരിട്ട് രക്തത്തിലേക്ക് ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നില്ല. ഇവ സംയോജിച്ച് ആദ്യം മിസെല്ലുകൾ (Micelles) എന്ന ചെറുകണികകളായി ചെറുകുടലിന്റെ ശ്ലേഷ്മപാളിയിലേക്ക് നീങ്ങുന്നു. ഈ കണികകൾ പിന്നീട് മാംസ്യം കൊണ്ട് ആവരണം ചെയ്യപ്പെട്ട് കൊഴുപ്പ് കണികകളായ (Fat globules) കൈലോമൈക്രോണുകൾ ആകുന്നു. കൈലോമൈക്രോണുകളെ വില്ലസുകളുടെ ലിംഫ് നാളിയായ ലാക്ടിയയിലൂടെ സംവഹനം ചെയ്ത് ആത്യന്തികമായി രക്തത്തിൽ സ്വതന്ത്രമാക്കുന്നു.

പദാർഥങ്ങളുടെ ആഗിരണം അന്നപഥത്തിന്റെ വിവിധ ഭാഗങ്ങളായ വദനഗഹ്വരം, ആമാശയം, ചെറുകുടൽ, വൻകുടൽ എന്നീ ഭാഗങ്ങളിൽ വച്ച് നടക്കുന്നു. എന്നിരുന്നാലും ചെറുകുടലിൽ വച്ചാണ് പരമാവധി ആഗിരണം നടക്കുന്നത്. ആഗിരണത്തിന്റെ ചുരുക്കപ്പട്ടിക (ആഗിരണ സ്ഥലങ്ങളും ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെടുന്ന പദാർഥങ്ങളും) താഴെ നൽകിയിരിക്കുന്നു (പട്ടിക 16.1).

പട്ടിക 16.1 ദഹനവ്യവസ്ഥയിലെ വിവിധ ഭാഗങ്ങളിൽ നടക്കുന്ന ആഗിരണത്തിന്റെ സംക്ഷിപ്തം

വദനഗഹ്വരം	ആമാശയം	ചെറുകുടൽ	വൻകുടൽ
ചില ഔഷധങ്ങൾ വദനഗഹ്വരത്തിലും നാക്കിനടിയിലുമുള്ള ശ്ലേഷ്മപാളിയിലെ രക്തലോമിക കളിലേക്ക് ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു.	ജലം, ലളിതഘടനയുള്ള പഞ്ചസാര, ആൽക്കഹോൾ എന്നിവ ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു	പോഷകങ്ങളെ ആഗിരണം ചെയ്യുന്ന പ്രധാന ഭാഗം. ദഹനം പൂർണമാവുകയും അതിന്റെ അവസാന ഉൽപ്പന്നങ്ങളായ ഗ്ലൂക്കോസ്, ഫ്രക്ടോസ്, ഫാറ്റി ആസിഡുകൾ, ഗ്ലിസറോൾ, അമിനോ ആസിഡുകൾ എന്നിവ ശ്ലേഷ്മപാളിയിലൂടെ രക്തത്തിലേക്കും ലിംഫിലേക്കും ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു.	ജലം, ചില ധാതുക്കൾ, ഔഷധങ്ങൾ എന്നിവ ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു.

ഇങ്ങനെ ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെട്ട പദാർഥങ്ങൾ കലകളിലെത്തുകയും ജീവൽ പ്രവർത്തനങ്ങൾക്കു വേണ്ടി അവയെ ഉപയോഗിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ പ്രക്രിയയെ സ്വാംശീകരണം (Assimilation) എന്നു പറയുന്നു.

ദഹനപ്രക്രിയയുടെ ഫലമായുണ്ടാകുന്ന ഖരരൂപത്തിലുള്ള അവശിഷ്ടങ്ങൾ മലാശയത്തിലെത്തുകയും അത് മൂലമുണ്ടാകുന്ന നാഡീഉദ്ദീപനങ്ങൾ അതിനെ പുറന്തള്ളാനുള്ള ഒരു ത്വര ശരീരത്തിൽ സൃഷ്ടിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇങ്ങനെ അവശിഷ്ടങ്ങൾ മലദ്വാരത്തിലൂടെ പുറന്തള്ളുന്നതിനെ മലശോധനം (Defaecation) എന്നുപറയുന്നു. അന്നപഥത്തിൽ വലിയ അളവിൽ ഉണ്ടാകുന്ന പെരിസ്റ്റാൾട്ടിക് ചലനങ്ങളുടെ ഫലമായുള്ള ഐഛിക (Voluntary) പ്രവർത്തനമാണിത്.

16.4 ദഹനവ്യവസ്ഥയിലെ താളപ്പിഴകൾ

ചെറുകുടലിൽ സാധാരണ ഉണ്ടാകുന്ന വീങ്ങൽ (Inflammation) ബാക്ടീരിയ, വൈറസ് തുടങ്ങിയവയുടെ ആക്രമണം കൊണ്ടാണ് ഉണ്ടാകുന്നത്. കുടലിലെ പരാദങ്ങളായ നാടവിര (Tape worm), ഉരുണ്ടവിര (Round worm), നൂൽവിര (Thread worm), കൊക്കപ്പുഴു (Hook worm), കൃമി (Pin worm) എന്നിവയുടെ ആക്രമണം കൊണ്ടും രോഗങ്ങൾ ഉണ്ടാകാം.

മഞ്ഞപ്പിത്തം (Jaundice) : കരളിനെ ബാധിക്കുന്നു. ത്വക്ക്, കണ്ണ്, തുടങ്ങിയവ പിത്തരസത്തിലെ വർണ്ണ വസ്തുക്കൾ അടിഞ്ഞുകൂടുന്നതിന്റെ ഫലമായി മഞ്ഞ നിറമാകുന്നു.

ഛർദ്ദി (Vomiting) : ആമാശയത്തിനുള്ളിലെ പദാർഥങ്ങൾ വായിലൂടെ പുറന്തള്ളപ്പെടുന്നു. ഇത് ഒരു റിഫ്ളക്സ് പ്രവർത്തനമാണ്. മെഡുല്ലയിലെ ഉദ്ദീപനകേന്ദ്രമാണ് ഛർദ്ദി നിയന്ത്രിക്കുന്നത്. ഛർദ്ദിക്കു മുമ്പായി മനംപിരട്ടൽ (Nausea) അനുഭവപ്പെടാറുണ്ട്.

വയറിളക്കം (Diarrhoea) : അസാധാരണവും തുടർച്ചയായും ഉണ്ടാകുന്ന ഉദര ചലനങ്ങളും (Bowel movements) മലത്തിൽ ജലാംശം കൂടുന്നതുമാണ് വയറിളക്കം എന്ന രോഗം. ഇത് ആഹാര പദാർഥങ്ങളുടെ ആഗിരണം കുറയ്ക്കുന്നു.

മലബന്ധം (Constipation) : മലം മലാശയത്തിൽ കെട്ടിനിൽക്കുന്നു. ക്രമരഹിതമായ ഉദരചലനങ്ങൾ മൂലമാണ് ഇത് സംഭവിക്കുന്നത്.

ദഹനക്കേട് (Indigestion) : ആഹാരം ദഹിക്കാതിരിക്കുകയും വയറുനിറഞ്ഞിരിക്കുന്നതു പോലെ തോന്നുകയും ചെയ്യുന്നു. ആവശ്യമായ അളവിൽ രാസാഗ്നി സ്രവിക്കാതിരിക്കുക, ഉത്കണ്ഠ, ഭക്ഷ്യവിഷബാധ, അമിതാഹാരം, എരിവ് കൂടിയ ഭക്ഷണം എന്നിവ ദഹനക്കേട് ഉണ്ടാകാൻ കാരണമായിത്തീരുന്നു.

സംഗ്രഹം

മനുഷ്യന്റെ ദഹന വ്യവസ്ഥ അന്നപഥവും അതിനോടനുബന്ധിച്ചുള്ള ദഹനഗ്രന്ഥികളും ഉൾപ്പെടുന്നതാണ്. അന്നപഥത്തിൽ വായ്, വദനഗഹ്വരം, ഗ്രസനി, അന്നനാളം, ആമാശയം ,ചെറുകുടൽ, വൻകുടൽ, മലാശയം, മലദ്വാരം എന്നീ ഭാഗങ്ങളുണ്ട്. ഉമിനീർ ഗ്രന്ഥികൾ, കരൾ (പിത്താശയം ഉൾപ്പെടെ), ആഗ്നേയഗ്രന്ഥി തുടങ്ങിയവയാണ് ദഹനഗ്രന്ഥികൾ. വായ്ക്കുള്ളിൽ വച്ച് പല്ലുകൾ ഭക്ഷണ പദാർഥത്തെ ചവച്ചരയ്ക്കുന്നു. ആഹാരപദാർഥങ്ങളെ ഉമിനീരുമായി കലർത്തി നല്ലവണ്ണം ചവച്ചരയ്ക്കുന്നതിനും ഉരുളകളാക്കുന്നതിനും നാക്ക് സഹായിക്കുന്നു. അന്നജത്തെ ദഹിപ്പിക്കുന്ന സലൈവറി അമിലേസ് ഉമിനീരിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. ഇത് അന്നജത്തെ ഡൈസാക്കറൈഡുകളായ മാൾട്ടോസ് ആക്കി മാറ്റുന്നു. അതിനുശേഷം ഭക്ഷണപദാർഥം, ഗ്രസനിയിലേക്കും അതുവഴി അന്നനാളത്തിലേക്കും ഉരുള രൂപത്തിൽ എത്തുന്നു. അന്നനാളത്തിലെ പേശികളുടെ തരംഗരൂപത്തിലുള്ള പെരിസ്റ്റാൾസിസ് ചലനം മൂലം ആഹാരം ആമാശയത്തിലെത്തുന്നു. മാംസ്യങ്ങളുടെ ദഹനമാണ് പ്രധാനമായും ആമാശയത്തിനുള്ളിൽ നടക്കുന്നത്. പഞ്ചസാര, ആൽക്കഹോൾ, ഔഷധങ്ങൾ ഇവ ആമാശയത്തിൽ വച്ച് ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു.

ആമാശയത്തിൽ നിന്ന് കൈം എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഭക്ഷണപദാർഥങ്ങൾ ചെറുകുടലിന്റെ പക്വാശയം എന്ന ഭാഗത്ത് എത്തിച്ചേരുന്നു. ആഗ്നേയഗ്രന്ഥിയിലെ രാസാഗ്നികൾ, പിത്തരസം, സക്കസ് എന്ററിക്കസിലെ രാസാഗ്നികൾ എന്നിവ പക്വാശയത്തിൽ വച്ച് ധാന്യകം, മാംസ്യം, കൊഴുപ്പ്, ന്യൂക്ലിക്ക് ആസിഡുകൾ തുടങ്ങിയവയെ പൂർണമായി ദഹിപ്പിക്കുന്നു. തുടർന്ന് ഭക്ഷണ പദാർഥങ്ങൾ ചെറുകുടലിന്റെ മധ്യാന്ത്രം, രോഷാന്ത്രം എന്നീ ഭാഗങ്ങളിൽ എത്തുന്നു. ധാന്യകങ്ങളെ മോണോസാക്കറൈഡുകളായ ഗ്ലൂക്കോസാക്കി മാറ്റുന്നു. മാംസ്യത്തെ അമിനോ ആസിഡുകളാക്കി വിഘടിപ്പിക്കുന്നു. കൊഴുപ്പിനെ ഫാറ്റി ആസിഡും ഗ്ലിസറോളുമാക്കി മാറ്റുന്നു. ദഹിച്ച ആഹാരപദാർഥങ്ങൾ ചെറുകുടലിലെ വില്ലസിന്റെ ആവരണ കലയിലേക്ക് ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. ദഹിക്കാത്ത അവശിഷ്ടങ്ങൾ (മലം) വൻകുടലിലെ സീക്കത്തിലേക്ക് രോഷാന്ത്ര-സീക്കൽ നിയന്ത്രണപേശിയിലൂടെ കടക്കുന്നു.

മലത്തിന്റെ തിരിച്ച് പോക്കിനെ ഈ പേശി തടയുന്നു. വൻകുടലിൽ വച്ച് ജലത്തിന്റെ ഭൂരിഭാഗവും ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. ദഹിക്കാത്ത ആഹാര അവശിഷ്ടങ്ങൾ ഭാഗികമായ ഖരാവസ്ഥയിലാണ്. ഇത് മലാശയത്തിൽ കടന്ന് മലദ്വാരം വഴി പുറന്തള്ളപ്പെടുന്നു.

പരിശീലന പ്രവർത്തനങ്ങൾ

1. താഴെ തന്നിരിക്കുന്നവയിൽ നിന്ന് ശരിയായ ഉത്തരം തിരഞ്ഞെടുത്തെഴുതുക:

എ) ആമാശയരസത്തിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന രാസാഗ്നികളാണ്

(i) പെപ്സിൻ, ലിപേസ്, റെനിൻ എന്നിവ (ii) ട്രിപ്സിൻ, ലിപേസ്, റെനിൻ എന്നിവ

(iii) ട്രിപ്സിൻ, പെപ്സിൻ ,ലിപേസ് എന്നിവ (iv) ട്രിപ്സിൻ, പെപ്സിൻ, റെനിൻ എന്നിവ

ബി) സക്കസ് എന്ററിക്കസ് എന്നത്

(i) ശേഷാന്ത്രവും വൻകുടലും ചേരുന്ന ഭാഗം (ii) ആന്ത്രരസം

(iii) അന്നപഥത്തിന്റെ വീങ്ങൽ (iv) അപ്പന്റിക്സ്

2. ചേരുംപടി ചേർക്കുക

കോളം എ		കോളം ബി
(A) ബിലിറൂബിനും ബിലിവെർഡിനും	(i)	പരോട്ടിഡ്
(B) അന്നജത്തിന്റെ ജലവിശ്ലേഷണം	(ii)	പിത്തരസം
(C) കൊഴുപ്പിന്റെ ദഹനം	(iii)	ലിപേസ്
(D) ഉമിനീർ ഗ്രന്ഥി	(iv)	അമിലേസ്

3. ചുരുക്കി ഉത്തരമെഴുതുക:

(A) എന്തുകൊണ്ടാണ് ചെറുകുടലിൽ വില്ലസ് കാണപ്പെടുന്നതും ആമാശയത്തിൽ കാണപ്പെടാത്തതും?

(B) എങ്ങനെയാണ് പെപ്സിനോജൻ ഉത്തേജിപ്പിക്കപ്പെടുന്നത്?

(C) അന്നപഥത്തിന്റെ ഭിത്തിയിലെ പാളികൾ ഏതെല്ലാം?

(D) കൊഴുപ്പിന്റെ ദഹനത്തെ പിത്തരസം എങ്ങനെ സഹായിക്കുന്നു?

4. മാംസ്യത്തിന്റെ ദഹനത്തിൽ ആഗ്നേയരസത്തിനുള്ള പങ്ക് എന്താണ്?

5. ആമാശയത്തിലെ മാംസ്യത്തിന്റെ ദഹനം വിവരിക്കുക.

6. മനുഷ്യന്റെ ദന്തസൂത്രം എന്ത്?

7. പിത്തരസത്തിൽ ദഹനത്തെ സഹായിക്കുന്ന ഒരു രാസാഗ്നിയുമില്ല. പക്ഷേ ഇത് ദഹനപ്രക്രിയയിൽ വളരെ പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്നു, എങ്ങനെ?

8. കൈമോട്രിപ്സിന് ദഹനത്തിലുള്ള പങ്ക് എന്ത്? ഇത് ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന ഗ്രന്ഥിയിൽ നിന്ന് ഇതേ ധർമം നിർവഹിക്കുന്ന മറ്റു രണ്ടു രാസാഗ്നികളുടെ പേരെഴുതുക.

9. പോളിസാക്കറൈഡുകളും ഡൈസാക്കറൈഡുകളും ദഹിക്കുന്നതെങ്ങനെ?

10. HCL ആമാശയത്തിൽ സ്രവിപ്പിച്ചില്ലെങ്കിൽ എന്തു സംഭവിക്കും?

11. ഭക്ഷണത്തിലെ വെണ്ണ, നെയ്യ് എന്നിവ ദഹിക്കുന്നതും ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നതും എങ്ങനെ?

12. അന്നപഥത്തിലെ വ്യത്യസ്ത ഭാഗങ്ങളിൽ വച്ച് നടക്കുന്ന മാംസ്യത്തിന്റെ ദഹനം വിശദമാക്കുക?

13. കോടരദന്തങ്ങൾ, ദ്വിജദന്തങ്ങൾ എന്നാൽ എന്ത്?

14. മുതിർന്ന ഒരാളിന്റെ വിവിധ തരം പല്ലുകളും എണ്ണവും വ്യക്തമാക്കുക.

15. കരളിന്റെ ധർമങ്ങൾ എന്തെല്ലാം?