D9B4I1

അധ്യായം 21

നാഡീയ നിയന്ത്രണവും ഏകോപനവും

(NEURAL CONTROL AND COORDINATION)

21.1 നാഡീവ്യവസ്ഥ

21.2 നാഡീവ്യവസ്ഥ - മനുഷ്യനിൽ

21.3 നാഡീകോശം - നാഡീവ്യവസ്ഥയുടെ ഘടനാപരവും ധർമപരവുമായ അടിസ്ഥാനഘടകം

21.4 കേന്ദ്രനാഡീവ്യവസ്ഥ

21.5 റിഫ്ളക്സ് പ്രവർത്തനവും, റിഫ്ളക്സ് ആർക്കും

21.6 സംവേദങ്ങളുടെ സ്വീകരണവും വിശകലനവും

ആന്തരസമസ്ഥിതി പാലനത്തിനായി നമ്മുടെ ശരീരത്തിലെ വിവിധ അവയവങ്ങളുടെയും അവയവവ്യവസ്ഥകളുടെയും ധർമങ്ങൾ ഏകോപിപ്പിക്കപ്പെടേണ്ടതുണ്ട്. രണ്ടോ അതിലധികമോ അവയവങ്ങൾ കൂടിച്ചേർന്ന് പരസ്പരപൂരകമായി പ്രവർത്തിച്ച് അവയുടെ ധർമങ്ങൾ നിർവഹിക്കുന്ന പ്രക്രിയയാണ് **ഏകോപനം (Coordination)**. ഉദാഹരണത്തിന്, നമ്മൾ വ്യായാമം ചെയ്യുമ്പോൾ പേശീപ്രവർത്തന നിരക്ക് കൂടുന്നതിന്റെ ഫലമായി ഊർജാവശ്യം വർധിക്കുകയും തന്മൂലം ഓക്സിജൻ വിതരണം കൂടുകയും ചെയ്യുന്നു. കൂടിയ അളവിൽ ഓക്സിജൻ ലഭ്യമാക്കുന്നതിനായി ശ്വസനനിരക്കും ഹൃദയമിടിപ്പും വർധിക്കുകയും രക്തക്കുഴലുകളിലൂടെയുള്ള രക്തപ്രവാഹം കൂടുകയും ചെയ്യുന്നു. എന്നാൽ വ്യായാമം അവസാനിപ്പിക്കുമ്പോൾ നാഡികൾ, ശ്വാസകോശം, ഹൃദയം, വൃക്ക എന്നിവയുടെ പ്രവർത്തനം സാധാരണ നിലയിലേക്ക് ക്രമേണ മടങ്ങി വരുന്നു. അതായത് വ്യായാമത്തിൽ ഏർപ്പെടുമ്പോൾ പേശികൾ, ശ്വാസകോശം, ഹൃദയം, രക്തക്കുഴലുകൾ, വൃക്ക, മറ്റ് അവയവങ്ങൾ എന്നിവയുടെ പ്രവർത്തനങ്ങൾ ഏകോപിപ്പിക്കപ്പെടുന്നു. നാഡീവ്യവസ്ഥയും അന്തസ്രാവീവ്യവസ്ഥയും സംയുക്തമായി വിവിധ അവയവങ്ങളുടെ പ്രവർത്തനം ഏകോപിപ്പിക്കുന്നു. അങ്ങനെ ഇവയ്ക്ക് ഒരൊറ്റ വ്യവസ്ഥയായി പ്രവർത്തിക്കാൻ സാധിക്കുന്നു.

നാഡീവ്യവസ്ഥ ദ്രുതഗതിയിലുള്ള ഏകോപനത്തിന് സഹായിക്കുന്ന സംഘടിത ജാലികയായി ശരീരം മുഴുവൻ വ്യാപിച്ചിരിക്കുന്നു. അന്തസ്രാവീവ്യവസ്ഥ ഹോർമോണുകളിലൂടെ രാസീയ ഏകോപനം സാധ്യമാക്കുന്നു.

ഈ അധ്യായത്തിൽ പ്രതിപാദിച്ചിരിക്കുന്ന പ്രധാന ആശയങ്ങൾ മനുഷ്യനിലെ നാഡീവ്യവസ്ഥ, നാഡീയഏകോപന പ്രക്രിയകൾ (നാഡീയ ആവേഗങ്ങളുടെ

പ്രസരണം, സിനാപ്സിലൂടെയുള്ള ആവേഗങ്ങളുടെ പ്രേഷണം, റിഫ്ളക്സ് പ്രവർത്തനങ്ങൾ) എന്നിവയാണ്.

21.1 നാഡീവ്യവസ്ഥ

എല്ലാ ജീവികളിലെയും നാഡീവ്യവസ്ഥ നിർമിതമായിരിക്കുന്നത് **നാഡീകോശങ്ങൾ** അഥവാ **ന്യൂറോണുകൾ (Neuron)** എന്നറിയപ്പെടുന്ന സവിശേഷകോശങ്ങൾ ചേർന്നാണ്. ഇവയ്ക്ക് വ്യത്യസ്തതരം ഉദ്ദീപനങ്ങൾ തിരിച്ചറിയാനും സ്വീകരിക്കാനും കടത്തിവിടാനും കഴിയും.

താഴ്ന്നതലത്തിലുള്ള അകശേരുകികളിൽ (Invertebrates) നാഡീയഘടന അതീവ ലളിതമാണ്. ഉദാ: *ഹൈഡ്രയിൽ* നാഡീകോശങ്ങളുടെ ജാലികയാണ് നാഡീവ്യവസ്ഥയുടെ ധർമം നിർവഹിക്കുന്നത്. ഷഡ്പദങ്ങളിൽ മസ്തിഷ്കവും ഗാംഗ്ലിയകളും നാഡീകലകളും ചേർന്ന് സുസംഘടിതമായ നാഡീവ്യവസ്ഥ കാണപ്പെടുന്നു. കശേരുകികളിൽ വളരെ വികസിതമായ നാഡീവ്യവസ്ഥ കാണപ്പെടുന്നു.

21.2 നാഡീവ്യവസ്ഥ - മനുഷ്യനിൽ

മനുഷ്യനിലെ നാഡീവ്യവസ്ഥയെ പ്രധാനമായും രണ്ട് ഭാഗങ്ങളായി തിരിച്ചിരിക്കുന്നു:

i) **കേന്ദ്രനാഡീവ്യവസ്ഥ (Central neural system - CNS)**

ii) **പരിധീയനാഡീവ്യവസ്ഥ (Peripheral neural system - PNS)**

മസ്തിഷ്കവും സുഷുമ്നയും ചേർന്ന കേന്ദ്രനാഡീവ്യവസ്ഥയിൽ വിവരങ്ങളുടെ വിശകലനവും നിയന്ത്രണവും നടക്കുന്നു. മസ്തിഷ്കം, സുഷുമ്ന എന്നിവയുമായി ബന്ധപ്പെട്ട ശരീരത്തിലെ എല്ലാ നാഡികളും ചേർന്നതാണ് പരിധീയനാഡീവ്യവസ്ഥ. പരിധീയനാഡീവ്യവസ്ഥയിൽ രണ്ടുതരം നാഡീതന്തുക്കൾ കാണപ്പെടുന്നു:

a) **ആഗമനതന്തുക്കൾ (Afferent fibres)**

b) **നിർഗമനതന്തുക്കൾ (Efferent fibres)**

ആഗമനതന്തുക്കൾ കലകളിൽ നിന്നും അവയവങ്ങളിൽ നിന്നും ആവേഗങ്ങളെ കേന്ദ്രനാഡീവ്യവസ്ഥയിലേക്ക് പ്രേഷണം ചെയ്യുന്നു. നിർഗമനതന്തുക്കൾ കേന്ദ്രനാഡീവ്യവസ്ഥയിൽ നിന്ന് ആവേഗങ്ങളെ ബന്ധപ്പെട്ട കലകളിലേക്കും അവയവങ്ങളിലേക്കും എത്തിക്കുന്നു.

പരിധീയനാഡീവ്യവസ്ഥയ്ക്ക് **സൊമാറ്റിക് നാഡീവ്യവസ്ഥ, സ്വതന്ത്രനാഡീവ്യവസ്ഥ (Autonomic neural system)** എന്നിങ്ങനെ രണ്ട് ഭാഗങ്ങളുണ്ട്. സൊമാറ്റിക് നാഡീവ്യവസ്ഥ കേന്ദ്രനാഡീവ്യവസ്ഥയിൽ നിന്ന് ആവേഗങ്ങളെ അസ്ഥിപേശികളിലേക്ക് കൈമാറുന്നു. എന്നാൽ സ്വതന്ത്രനാഡീവ്യവസ്ഥ ആവേഗങ്ങളെ കേന്ദ്രനാഡീവ്യവസ്ഥയിൽ നിന്ന് അനൈച്ഛിക അവയവങ്ങളിലേക്കും ശരീരത്തിലെ മിനുസപേശികളിലേക്കും പ്രേഷണം ചെയ്യുന്നു. സ്വതന്ത്രനാഡീവ്യവസ്ഥയെ വീണ്ടും **സിമ്പതറ്റിക് നാഡീവ്യവസ്ഥ** എന്നും **പാരാസിമ്പതറ്റിക് നാഡീവ്യവസ്ഥ** എന്നും രണ്ടായി തിരിച്ചിരിക്കുന്നു.

പരിധീയ നാഡീവ്യവസ്ഥയുടെ ഭാഗമായ **ആന്തരാവയവ നാഡീവ്യവസ്ഥ (Visceral nervous system)** നാഡികൾ, തന്തുക്കൾ, ഗാംഗ്ലിയകൾ, പ്ലക്സസുകൾ (Plexuses) തുടങ്ങിയവയാൽ സങ്കീർണമാണ്. ഇതിലൂടെ കേന്ദ്രനാഡീവ്യവസ്ഥയിൽ നിന്നുള്ള ആവേഗങ്ങൾ ആന്തരാവയവങ്ങളിലേക്കും ആന്തരാവയവങ്ങളിൽ നിന്നുള്ളവ കേന്ദ്രനാഡീവ്യവസ്ഥയിലേക്കും സഞ്ചരിക്കുന്നു.

21.3 നാഡീകോശം-നാഡീവ്യവസ്ഥയുടെ ഘടനാപരവും ജീവധർമപരവുമായ ഘടകം

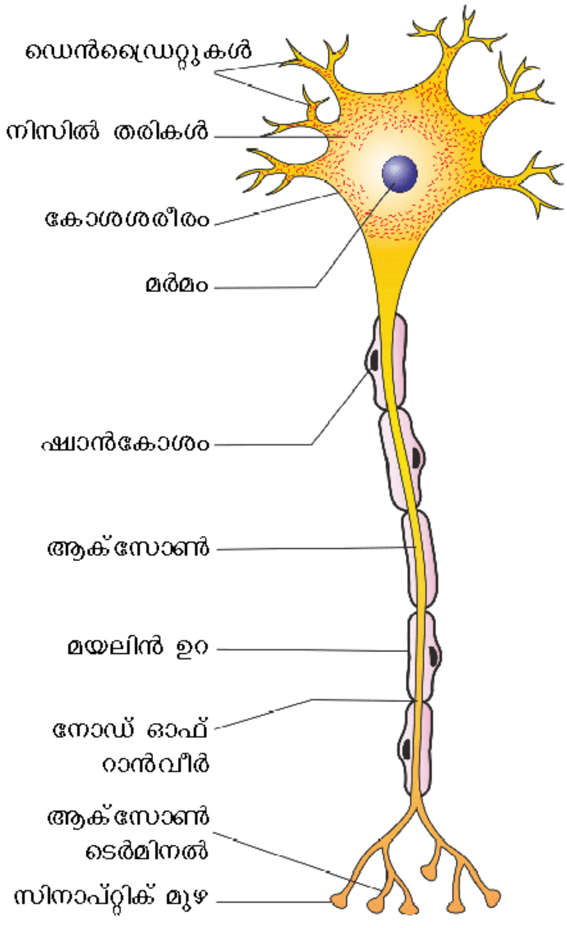
അതിസൂക്ഷ്മ ഘടനയുള്ള ഒരു നാഡീകോശത്തിന് പ്രധാനമായും **കോശശരീരം, ഡെൻഡ്രൈറ്റുകൾ,** ആക്സോൺ എന്നീ മൂന്ന് ഭാഗങ്ങളുണ്ട് (ചിത്രം 21.1). കോശശരീരത്തിൽ കോശദ്രവ്യം, കോശാംഗങ്ങൾ, **നിസിൽ തരികൾ (Nissl's granule)** എന്നറിയപ്പെടുന്ന പ്രത്യേകതരികൾ എന്നിവ കാണപ്പെടുന്നു. കോശശരീരത്തിൽ നിന്ന് പുറത്തേക്ക് തള്ളിനിൽക്കുന്ന ശാഖകളോടുകൂടിയ ചെറിയ തന്തുക്കൾ ഡെൻഡ്രൈറ്റുകൾ എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഇവയിലും നിസിൽ തരികൾ കാണപ്പെടുന്നു. ഡെൻഡ്രൈറ്റുകൾ കോശശരീരത്തിലേക്ക് ആവേഗങ്ങളെ എത്തിക്കുന്നു. കോശശരീരത്തിൽ നിന്ന് പുറപ്പെടുന്ന നീളം കൂടിയ തന്തുവാണ് ആക്സോൺ. ഇതിന്റെ അകലെയുള്ള അഗ്രഭാഗം ശാഖകളായി പിരിഞ്ഞിരിക്കുന്നു. ശാഖാഗ്രങ്ങളിൽ കാണപ്പെടുന്ന മുഴപോലുള്ള ഭാഗങ്ങൾ **സിനാപ്റ്റിക മുഴകൾ** എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഇവയിലെ സിനാപ്റ്റിക അറകളിൽ **നാഡീയപ്രേഷകങ്ങൾ (Neurotransmitters)** എന്നറിയപ്പെടുന്ന രാസവസ്തുക്കൾ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. ആക്സോണുകൾ കോശശരീരത്തിൽ നിന്ന് ആവേഗങ്ങളെ സിനാപ്സിലേക്കോ നാഡീ-പേശീസന്ധിയിലേക്കോ (നാഡിയും പേശിയും ചേരുന്ന ഭാഗം) എത്തിക്കുന്നു. ആക്സോണുകളുടെയും ഡെൻഡ്രൈറ്റുകളുടെയും എണ്ണത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കി നാഡീകോശങ്ങളെ മൂന്നായി തരംതിരിച്ചിരിക്കുന്നു:

i) **ബഹുധ്രുവീയ നാഡീകോശങ്ങൾ (Multipolar neurons):** ഒരു ആക്സോണും രണ്ടോ അതിലധികമോ ഡെൻഡ്രൈറ്റുകളും ഉള്ളവ; ഇവ കൂടുതലായും സെറിബ്രൽകോർട്ടക്സിൽ കാണപ്പെടുന്നു.

ii) **ദ്വിധ്രുവീയ നാഡീകോശങ്ങൾ (Bipolar neurons):** ഒരു ആക്സോണും ഒരു ഡെൻഡ്രൈറ്റും മാത്രമുള്ളവ. കണ്ണിലെ ദൃഷ്ടിപടലത്തിൽ കാണപ്പെടുന്നു.

iii) **ഏകധ്രുവീയ നാഡീകോശങ്ങൾ (Unipolar neurons):** കോശശരീരത്തിൽ നിന്നുപുറപ്പെടുന്ന ഒരു ആക്സോൺ മാത്രമുള്ളവ; ഇവ ഭ്രൂണാവസ്ഥയിൽ കാണപ്പെടുന്നു.

മയലിൻ ആവരണമുള്ള (Myelinated) ആക്സോണുകൾ, **മയലിൻ ആവരണമില്ലാത്ത (Non-myelinated)**



ചിത്രം 21.1 നാഡീകോശത്തിന്റെ ഘടന

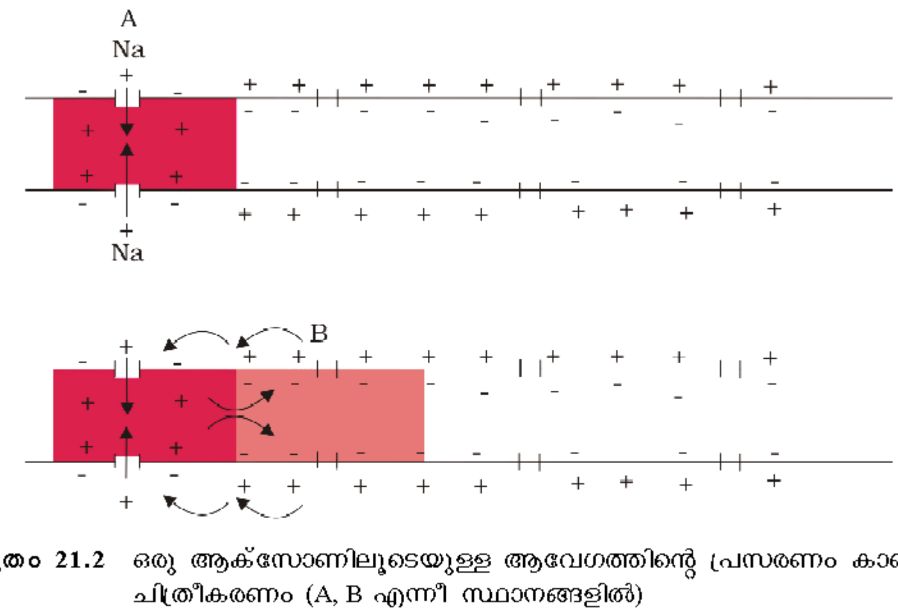
ആക്സോണുകൾ എന്നിങ്ങനെ ആക്സോണുകൾ രണ്ടുതരത്തിലുണ്ട്. മയലിൻ ഉള്ള നാഡീതന്തുക്കളെ പൊതിഞ്ഞ് കാണപ്പെടുന്ന **ഷ്വാൻകോശങ്ങൾ** ആക്സോണിനു ചുറ്റും മയലിൻ ഉറയായി രൂപപ്പെടുന്നു. മയലിൻ ഉറയിൽ ഇട യ്ക്കിടയ്ക്ക് കാണപ്പെടുന്ന വിടവുകളെ **'നോഡ്സ് ഓഫ് റാൻവീർ' (Nodes of Ranvier)** എന്നുപറയുന്നു. മയലിൻ ഉള്ള നാഡീതന്തുക്കൾ സുഷുമ്നാനാഡിക ളിലും മസ്തിഷ്കനാഡികളിലും കാണപ്പെടുന്നു.

സ്വതന്ത്രനാഡീവ്യവസ്ഥയിലും സൊമാറ്റിക് നാഡീവ്യവസ്ഥയിലും കാണപ്പെടു ന്ന നാഡീതന്തുക്കളിൽ ഷ്വാൻകോശങ്ങൾ ആക്സോണിനു ചുറ്റും മയലിൻ ഉറ യായി രൂപപ്പെടുന്നില്ല. അതിനാൽ ഇവ മയലിൻ ഇല്ലാത്ത നാഡീനന്തുക്കളാണ്.

21.3.1 നാഡീയ ആവേഗങ്ങളുടെ രൂപപ്പെടലും പ്രേഷണവും

ന്യൂറോണുകൾ ഉത്തേജിക്കാൻ കഴിവുള്ള കോശങ്ങളാണ്. കാരണം ഇവയുടെ കോശസ്തരം ധ്രുവീകൃതമാണ്. *എന്തുകൊണ്ടാണ് നാഡീകോശത്തിന്റെ സ്തരം ധ്രുവീകൃതം ആയിരിക്കുന്നത് എന്ന് നിങ്ങൾക്കറിയാമോ?*

നാഡീകോശങ്ങളുടെ പ്ലാസ്മാസ്തരത്തിൽ കാണപ്പെടുന്ന വിവിധതരം അയോ ൺ പാതകൾ വ്യത്യസ്തതരം അയോണുകളെ തിരഞ്ഞെടുത്ത് കോശത്തിനുള്ളി ലേക്കും പുറത്തേക്കും കടത്തിവിടുന്നു. ആവേഗങ്ങളെയൊന്നും കടത്തിവിടാത്ത അവസ്ഥയിൽ (വിശ്രമാവസ്ഥയിൽ) ന്യൂറോണുകളുടെ ആക്സോൺ സ്തരം പൊട്ടാസ്യം അയോണുകളെ (K^+) കൂടുതലായി അകത്തേക്ക് കടത്തിവിടുകയും സോഡിയം അയോണുകളെ (Na^+) തീരെ കടത്തിവിടാതിരിക്കുകയും ചെയ്യു ന്നു. അതുപോലെ, സ്തരം ആക്സോപ്ലാസത്തിലെ നെഗറ്റീവ് ചാർജുള്ള മാംസ്യ തന്മാത്രകളെ പുറത്തേക്ക് കടത്തിവിടുന്നില്ല. തൽഫലമായി ആക്സോണിനു ള്ളിലെ ആക്സോപ്ലാസത്തിൽ പൊട്ടാസ്യം അയോണിന്റെയും നെഗറ്റീവ് ചാർജുള്ള പ്രോട്ടീനുകളുടെയും ഗാഢത വളരെ കൂടുതലാവുകയും സോഡിയം



ചിത്രം 21.2 ഒരു ആക്സോണിലൂടെയുള്ള ആവേഗത്തിന്റെ പ്രസരണം കാണിക്കുന്ന ചിത്രീകരണം (A, B എന്നീ സ്ഥാനങ്ങളിൽ)

അയോണുകളുടെ ഗാഢത വളരെ കുറയുകയും ചെയ്യുന്നു. നേരെമറിച്ച് ആക്സോണിനു പുറമേയുള്ള ദ്രവത്തിൽ K^+ അയോണിന്റെ അളവു കുറയുകയും Na^+ അയോണുകളുടെ ഗാഢത വളരെ കൂടുകയും ചെയ്യുന്നു. അങ്ങനെ ഒരു ഗാഢതാവ്യതിയാനം (Concentration gradient) രൂപപ്പെടുന്നു.

വിശ്രമാവസ്ഥയിലുള്ള പ്ലാസ്മാസ്തരത്തിനിരുവശത്തുമുള്ള അയോണുകളുടെ വിന്യാസം നിലനിർത്തുന്നതും അയോണുകളുടെ സംവഹനത്തിനു സഹായിക്കുന്നതും സോഡിയം-പൊട്ടാസ്യം പമ്പ് എന്ന പ്രവർത്തനം ആണ്. ഈ പ്രക്രിയയിൽ 3 സോഡിയം അയോണുകൾ പുറത്തേക്ക് കടക്കുമ്പോൾ 2 പൊട്ടാസ്യം അയോണുകൾ അകത്തേക്ക് പ്രവേശിക്കുന്നു. തത്ഫലമായി ആക്സോൺ സ്തരത്തിന്റെ ബാഹ്യഭാഗത്ത് പോസിറ്റീവ് ചാർജും ആന്തര ഭാഗത്ത് നെഗറ്റീവ് ചാർജും ആയിരിക്കും. അങ്ങനെ സ്തരം ധ്രുവീകൃതമാകുന്നു. വിശ്രമാവസ്ഥയിൽ ആക്സോൺ സ്തരത്തിനിരുവശത്തുമുള്ള വൈദ്യുതശേഷിവ്യത്യാസത്തെ **വിശ്രമശേഷി (Resting potential)** എന്നുപറയുന്നു.

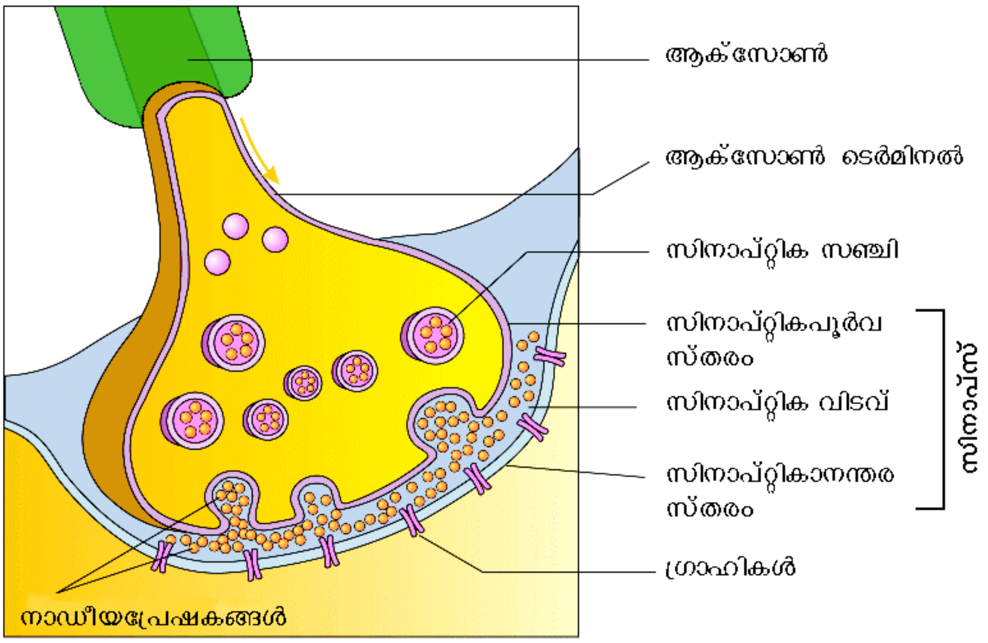
നാഡീയ ആവേഗങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നതും അത് ആക്സോണിലൂടെ പ്രേഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നതും എങ്ങനെയാണെന്നറിയാൻ നിങ്ങൾക്ക് ജിജ്ഞാസയുണ്ടാകും. ധ്രുവീകൃതമായ ഒരു സ്തരത്തിന്റെ ഒരു ഭാഗത്ത് ഉദ്ദീപനമുണ്ടാകുമ്പോൾ (ഉദാ: ചിത്രം 21.2 ൽ A എന്ന ഭാഗം) ആ ഭാഗം (A) സുതാര്യമാവുകയും (Permeable) Na^+ അയോണുകളെ കോശത്തിനകത്തേക്ക് യഥേഷ്ടം കടത്തിവിടുകയും ചെയ്യുന്നു. വളരെപ്പെട്ടെന്ന് കൂടിയ അളവിൽ Na^+ ഉള്ളിലേക്കു പ്രവേശിക്കുന്നതിനാൽ ആ ഭാഗത്തെ ധ്രുവത വിപരീതമാകുന്നു. അതായത് സ്തരത്തിന്റെ ബാഹ്യഭാഗം നെഗറ്റീവ് ചാർജും ആന്തരഭാഗം പോസിറ്റീവ് ചാർജും ആയിത്തീരുന്നു. അങ്ങനെ A ഭാഗം വിധ്രുവീകൃതം (Depolarised) ആകുന്നു. പ്ലാസ്മാസ്തരത്തിന്റെ A എന്ന ഭാഗത്ത് ഉണ്ടാകുന്ന വൈദ്യുതശേഷിവ്യത്യാസത്തെ **പ്രവർത്തനശേഷി (Action potential)** എന്നുപറയുന്നു. യഥാർഥത്തിൽ ഈ പ്രവർത്തനശേഷി ആണ് **നാഡീയ ആവേഗം** എന്നറിയപ്പെടുന്നത്. ഈ സമയം ഇതിനുതൊട്ടടുത്ത ഭാഗത്ത് (ഉദാ: ഭാഗം B) സ്തരത്തിന്റെ ബാഹ്യഭാഗത്ത് പോസിറ്റീവ് ചാർജും ആന്തരഭാഗത്ത് നെഗറ്റീവ് ചാർജും ആയിരിക്കും. അതിനാൽ, ആന്തരഭാഗത്ത് A യിൽ നിന്ന് B യിലേക്കും ബാഹ്യഭാഗത്ത് B യിൽ നിന്ന് A യിലേക്കും വൈദ്യുതി പ്രവഹിക്കുകയും അങ്ങനെ വൈദ്യുത പ്രവാഹപാത പൂർണമാവുകയും ചെയ്യുന്നു (ചിത്രം 21.2). B എന്ന ഭാഗത്ത് ധ്രുവത വിപരീതമാവുകയും പ്രവർത്തനശേഷി രൂപപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. അങ്ങനെ A യിൽ നിന്ന് **ആവേഗം** (പ്രവർത്തന ശേഷിയുടെ പ്രവാഹം) B യിലെത്തുന്നു. ഈ പ്രക്രിയ ആക്സോണിലുടനീളം ആവർത്തിക്കുകയും ആക്സോണിൽ നിന്ന് അടുത്ത നാഡീകോശത്തിന്റെ ഡെൻഡ്രൈറ്റിലേക്ക് ആവേഗങ്ങളുടെ പ്രേഷണം സാധ്യമാവുകയും ചെയ്യുന്നു. ഉദ്ദീപനപ്രേരിതമായി Na^+ ആയോണുകളോടുള്ള സുതാര്യത വളരെ കുറച്ചു സമയത്തേക്കു മാത്രമേ നിലനിൽക്കുകയുള്ളൂ. ഇതിനെ തുടർന്ന് K^+ അയോണുകളോടുള്ള സുതാര്യത പെട്ടെന്ന് കൂടുന്നു. സെക്കന്റിൽ ഒരംശം സമയം കൊണ്ട് ഉദ്ദീപിപ്പിക്കപ്പെട്ട ഭാഗത്തെ K^+ സ്തരത്തിലൂടെ പുറത്തേക്ക് വ്യാപിക്കുകയും വിശ്രമശേഷി തിരിച്ചുപിടിക്കുകയും അടുത്ത ഉദ്ദീപനത്തോട് പ്രതികരിക്കാൻ നാഡീകോശം തയ്യാറാവുകയും ചെയ്യുന്നു.

21.3.2 ആവേഗങ്ങളുടെ പ്രേഷണം

സിനാപ്സുകൾ എന്നറിയപ്പെടുന്ന സന്ധികളിലൂടെ നാഡീയ ആവേഗം ഒരു നാഡീകോശത്തിൽ നിന്ന് മറ്റൊരു നാഡീകോശത്തിലേക്ക് പ്രേഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. ഒരു സിനാപ്റ്റികപൂർവ (Pre-synaptic) നാഡീകോശത്തിന്റെയും സിനാപ്റ്റികാനന്തര (Post-synaptic) നാഡീകോശത്തിന്റെയും സ്തരങ്ങൾ ചേരുന്ന ഭാഗത്താണ് **സിനാപ്സ്** ഉണ്ടാകുന്നത്. ഈ സ്തരങ്ങൾക്കിടയിൽ ദ്രവം നിറഞ്ഞ **സിനാപ്റ്റിക ക്ലെഫ്റ്റ്** എന്നൊരു വിടവ് കാണപ്പെടുന്നു.

രണ്ടുതരം സിനാപ്സുകളുണ്ട്, വൈദ്യുത സിനാപ്സുകളും രാസീയസിനാപ്സുകളും. വൈദ്യുതസിനാപ്സുകളിൽ സിനാപ്റ്റികപൂർവ, സിനാപ്റ്റികാനന്തര നാഡീകോശങ്ങളുടെ സ്തരങ്ങൾ വളരെച്ചേർന്ന് കാണപ്പെടുന്നു. വൈദ്യുത ആവേഗങ്ങൾ ഒരു നാഡീകോശത്തിൽ നിന്ന് മറ്റൊന്നിലേക്ക് ഈ സിനാപ്സുകളിലൂടെ നേരിട്ട് പ്രവഹിക്കുന്നു. അതിനാൽ വൈദ്യുത സിനാപ്സുകളിൽക്കൂടിയുള്ള ആവേഗങ്ങളുടെ പ്രേഷണം ഒരൊറ്റ ആക്സോണിലൂടെയുള്ള നാഡീയപ്രേഷണത്തിനുസമാനമാണ് എന്നുപറയാം. വൈദ്യുതസിനാപ്സുകളിലൂടെയുള്ള നാഡീയ പ്രേഷണം രാസീയസിനാപ്സുകളിലൂടെയുള്ളതിനേക്കാൾ വളരെ വേഗത്തിൽ നടക്കുന്നു. നമ്മുടെ ശരീരത്തിൽ വൈദ്യുത സിനാപ്സുകൾ വളരെ അപൂർവമായേ കാണപ്പെടുന്നുള്ളൂ.

ഒരു രാസീയ സിനാപ്സിൽ സിനാപ്റ്റികപൂർവ, സിനാപ്റ്റികാനന്തര നാഡീകോശങ്ങളുടെ സ്തരങ്ങൾ ദ്രാവകം നിറഞ്ഞ സിനാപ്റ്റിക ക്ലെഫ്റ്റ് എന്ന വിടവിനാൽ വേർപെട്ടിരിക്കുന്നു (ചിത്രം 21.3). *സിനാപ്റ്റികപൂർവ നാഡീകോശത്തിൽ നിന്ന് ആവേഗങ്ങൾ (പ്രവർത്തനശേഷി) സിനാപ്റ്റിക വിടവിലൂടെ എങ്ങനെയാണ് സിനാപ്റ്റികാനന്തര നാഡീകോശത്തിൽ എത്തുന്നത് എന്ന് പരിശോ*

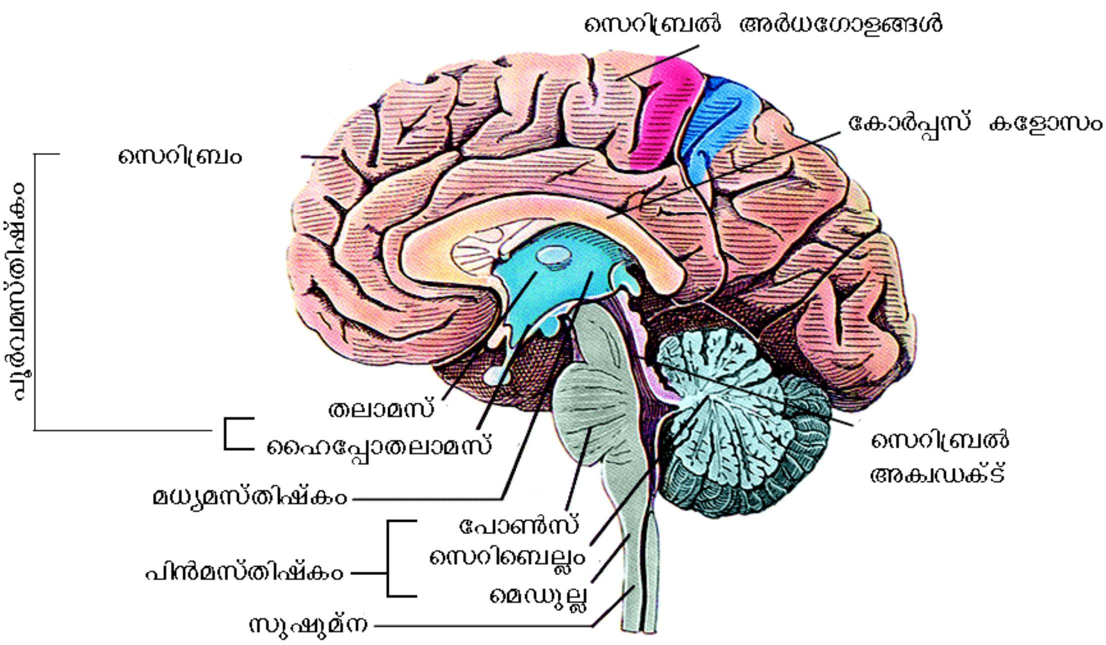


ചിത്രം 21.3 സിനാപ്സ്

ധിക്കാം. നാഡീയപ്രേഷകങ്ങൾ എന്നറിയപ്പെടുന്ന രാസവസ്തുക്കളുടെ സഹായത്താലാണ് ഈ സിനാപ്സുകളിലൂടെ ആവേഗങ്ങൾ കടന്നുപോകുന്നത്. ആക്സോണുകളുടെ അഗ്രഭാഗത്ത് കാണപ്പെടുന്ന അറകളിൽ (Vesicles) നാഡീയപ്രേഷകങ്ങൾ നിറഞ്ഞിരിക്കുന്നു. ആവേഗം (പ്രവർത്തനശേഷി) ആക്സോണിന്റെ അഗ്രഭാഗത്തെത്തുമ്പോൾ സിനാപ്റ്റികയറകൾ സ്തരത്തിനടുത്തേക്ക് നീങ്ങുകയും പ്ലാസ്മാസ്തരത്തോട് കൂടിച്ചേരുകയും സിനാപ്റ്റിക് വിടവിലേക്ക് നാഡീയപ്രേഷകങ്ങളെ സ്രവിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇങ്ങനെ സ്രവിപ്പിക്കപ്പെട്ട നാഡീയപ്രേഷകങ്ങൾ സിനാപ്റ്റികാനന്തര നാഡീകോശസ്തരത്തിലുള്ള പ്രത്യേക **ഗ്രാഹികളുമായി (Receptors)** ബന്ധിപ്പിക്കപ്പെടുന്നു. ഈ ബന്ധനത്തിന്റെ ഫലമായി സിനാപ്റ്റികാനന്തര നാഡീകോശത്തിൽ പുതിയ പ്രവർത്തനശേഷി ഉണ്ടാക്കാൻ പാകത്തിൽ അയോണുകളെ കടത്തിവിടുന്നതിനായി അയോൺ പാതകൾ തുറക്കപ്പെടുന്നു. ഇങ്ങനെ പുതിയതായി ഉണ്ടാകുന്ന പ്രവർത്തനശേഷി ഉത്തേജിത സ്വഭാവമുള്ളവയോ (Excitatory) രോധിത സ്വഭാവമുള്ളവയോ (Inhibitory) ആകാം.

21.4 കേന്ദ്രനാഡീവ്യവസ്ഥ

മനുഷ്യശരീരത്തിലെ പ്രധാനപ്പെട്ട വിവരവിശകലന അവയവമാണ് മസ്തിഷ്കം. ഇത് ശരീരത്തിലെ 'നിർദേശനിയന്ത്രണ സംവിധാനമായി' പ്രവർത്തിക്കുന്നു. മസ്തിഷ്കം ശരീരത്തിലെ ഐച്ഛിക ചലനങ്ങൾ, ശരീരതുലനനില, അനൈച്ഛിക അവയവങ്ങളുടെ (ശ്വാസകോശം, ഹൃദയം, വൃക്കകൾ മുതലായവ) പ്രവർത്തനം, താപനിയന്ത്രണം, വിശപ്പ്, ദാഹം, 24 മണിക്കൂർ താളാത്മക പ്രവർത്തനങ്ങൾ (Circadian rhythms), അന്തഃസ്രാവീഗ്രന്ഥികളുടെ പ്രവർത്തനം, മനുഷ്യസ്വഭാവം എന്നിവയെ നിയന്ത്രിക്കുന്നു. കൂടാതെ കാഴ്ച, കേൾവി, സംസാരം,



ചിത്രം 21.4 മനുഷ്യമസ്തിഷ്കത്തിന്റെ ഛേദം (സജിറ്റൽ ഛേദം)

ഓർമ, ബുദ്ധി, വികാരങ്ങൾ, ചിന്തകൾ എന്നിവയുടെ കേന്ദ്രം കൂടിയാണ് മസ്തിഷ്കം.

മസ്തിഷ്കം തലയോടിനകത്ത് സംരക്ഷിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. തലയോടിനുള്ളിൽ മൂന്ന് പാളികളുള്ള **മെനിഞ്ജസ് (Cranial meninges)** എന്ന ആവരണം മസ്തിഷ്കത്തെ പൊതിഞ്ഞ് സംരക്ഷിക്കുന്നു. മെനിഞ്ജസിന്റെ ബാഹ്യസ്തരം **ഡ്യൂറാമേറ്റർ (Dura mater)**, മധ്യസ്തരം **അരക്കനോയിഡ് (Arachnoid)**, ആന്തരസ്തരം **പയാമേറ്റർ (Pia mater)** എന്നിവയാണ്. പയാമേറ്റർ മസ്തിഷ്കകലകളോട് ചേർന്ന് സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു. മസ്തിഷ്കത്തെ മൂന്ന് പ്രധാന ഭാഗങ്ങളായി തിരിച്ചിരിക്കുന്നു: (i) **പൂർവമസ്തിഷ്കം (Forebrain)** (ii) **മധ്യമസ്തിഷ്കം (Midbrain)** (iii) **പിൻമസ്തിഷ്കം (Hindbrain)** (ചിത്രം 21.4).

21.4.1 പൂർവമസ്തിഷ്കം

സെറിബ്രം, തലാമസ്, ഹൈപ്പോതലാമസ് എന്നിവയാണ് (ചിത്രം 21.4) പൂർവമസ്തിഷ്കത്തിന്റെ പ്രധാനഭാഗങ്ങൾ. മനുഷ്യ മസ്തിഷ്കത്തിന്റെ ഏറ്റവും വലിയ ഭാഗമാണ് സെറിബ്രം. സെറിബ്രം ആഴത്തിലുള്ള ഒരു വിടവിനാൽ ഇടത് വലത് **സെറിബ്രൽ അർധഗോളങ്ങളായി (Cerebral hemispheres)** വിഭജിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. അർധഗോളങ്ങളെ തമ്മിൽ ബന്ധിപ്പിച്ചുകൊണ്ട് **കോർപ്പസ് കല്ലോസം (Corpus callosum)** എന്ന നാഡീയകലകൾ കാണപ്പെടുന്നു. സെറിബ്രൽ അർധഗോളങ്ങളെ ആവരണം ചെയ്യുന്ന കോശങ്ങളുടെ പാളിയെ സെറിബ്രൽ കോർട്ടക്സ് എന്നുപറയുന്നു. ഇത് മടക്കുകളായി കാണപ്പെടുന്നു. ചാരനിറത്തിൽ കാണപ്പെടുന്നതിനാൽ സെറിബ്രൽ കോർട്ടക്സിനെ ഗ്രേമാറ്റർ എന്നുപറയുന്നു. നാഡീകോശങ്ങളുടെ കോശശരീരങ്ങൾ കൂടിച്ചേർന്നാണ് ചാരനിറം നൽകുന്നത്. സെറിബ്രൽ കോർട്ടക്സിനുള്ളിൽ സംവേദകേന്ദ്രങ്ങൾ (Sensory areas), പ്രേരകകേന്ദ്രങ്ങൾ (Motor areas), പൂർണമായും സംവേദ സ്വഭാവമോ പ്രേരക സ്വഭാവമോ ഇല്ലാത്ത കേന്ദ്രങ്ങൾ എന്നിവയുണ്ട്. ഈ കേന്ദ്രങ്ങൾ **സമ്മേളന കേന്ദ്രങ്ങൾ (Association areas)** എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഇവ സംവേദങ്ങളുടെ കൂടിച്ചേരലുകൾ, ഓർമ, വിനിമയം തുടങ്ങിയ സങ്കീർണമായ ധർമങ്ങൾ നിർവഹിക്കുന്നു. സെറിബ്രൽ അർധഗോളങ്ങളുടെ ഉൾവശം മയലിൻ ഉറ കൊണ്ട് പൊതിഞ്ഞിരിക്കുന്ന ആക്സോണുകളാൽ നിർമിതമാണ്. അതാര്യമായ, വെളുത്ത നിറത്തിൽ കാണപ്പെടുന്ന ഈ ഭാഗം വൈറ്റ്മാറ്റർ എന്നറിയപ്പെടുന്നു. സെറിബ്രത്തിന്റെ താഴെയായി കാണപ്പെടുന്ന തലാമസ് ശരീരത്തിലെ സംവേദ-പ്രേരക സന്ദേശങ്ങളുടെ പ്രധാന ഏകോപന കേന്ദ്രമാണ്. മസ്തിഷ്കത്തിലെ മറ്റൊരു പ്രധാന ഭാഗമായ **ഹൈപ്പോതലാമസ്** തലാമസിനുചുവട്ടിലായി കാണപ്പെടുന്നു. ശരീരതാപനില, വിശപ്പ്, ദാഹം തുടങ്ങിയവ നിയന്ത്രിക്കുന്ന ധാരാളം കേന്ദ്രങ്ങൾ ഹൈപ്പോതലാമസിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു. കൂടാതെ ഹോർമോണുകൾ സ്രവിക്കുന്ന നാഡീയ സ്രവണകോശങ്ങളും ഹൈപ്പോതലാമസിൽ കാണപ്പെടുന്നു. സെറിബ്രൽ അർധഗോളങ്ങളുടെ ആന്തരഭാഗങ്ങളും, അമിഗ്ഡല (Amygdala), ഹിപ്പോകാമ്പസ് (Hippocampus) എന്നീഭാഗങ്ങളും കൂടിച്ചേർന്ന് സങ്കീർണമായ ലിംബിക ലോബ് അഥവാ ലിംബികവ്യവസ്ഥ (Limbic system) ഉണ്ടാകുന്നു. ഹൈപ്പോതലാമസിനോടൊപ്പം ലിംബിക വ്യവസ്ഥയും, ലൈംഗിക പെരുമാറ്റം, വൈകാരിക പ്രകടനങ്ങൾ (ഉൽക്കണ്ഠ, സന്തോഷം, രോഷം, ഭയം), പ്രചോദനം എന്നീ ധർമങ്ങൾ നിർവഹിക്കാൻ സഹായിക്കുന്നു.

21.4.2 മധ്യമസ്തിഷ്കം

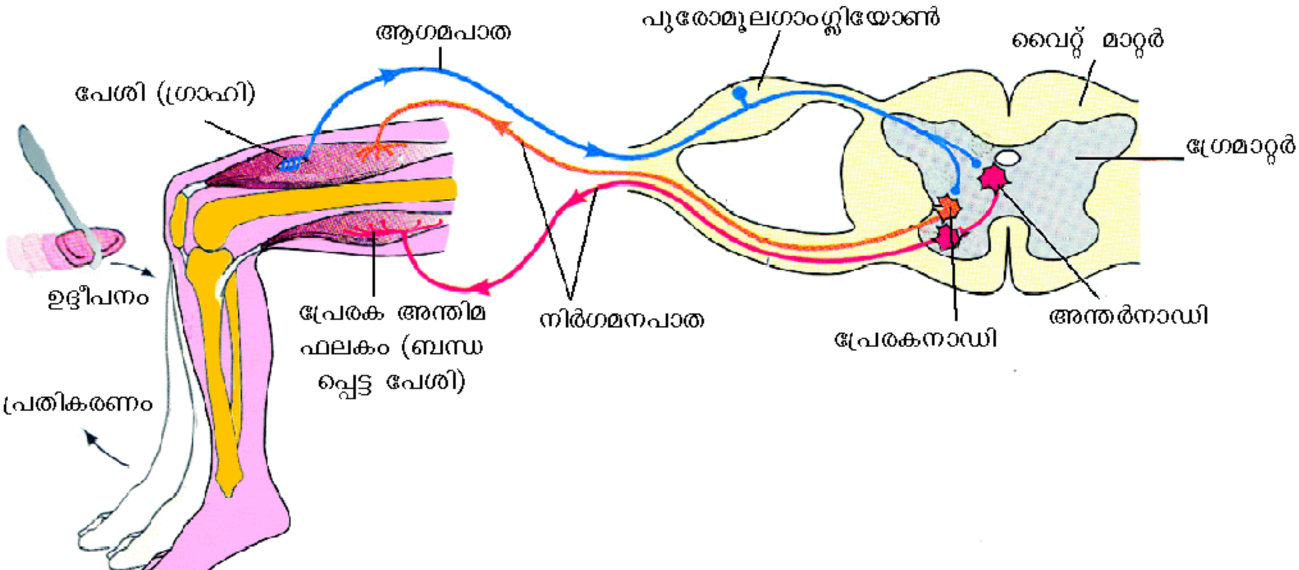
പൂർവമസ്തിഷ്കത്തിലെ തലാമസിനും പിൻമസ്തിഷ്കത്തിലെ പോൺസിനും (Pons) ഇടയിലായി മധ്യമസ്തിഷ്കം സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു. മധ്യമസ്തിഷ്കത്തിലൂടെ **സെറിബ്രൽ അക്വഡക്ട് (Cerebral aqueduct)** എന്നുപേരുള്ള ഒരു കനാൽ കടന്നുപോകുന്നു. മധ്യമസ്തിഷ്കത്തിന്റെ പുറംഭാഗത്ത് ഗോളാകൃതിയിലുള്ള നാല് ഭാഗങ്ങൾ കാണപ്പെടുന്നു. ഇവ **കോർപ്പോറ ക്വാഡ്രിജെമിന (Corpora quadrigemina)** എന്നറിയപ്പെടുന്നു. മധ്യമസ്തിഷ്കവും പിൻമസ്തിഷ്കവും ചേർന്ന് മസ്തിഷ്ക കാണ്ഡം **(Brain stem)** രൂപപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു.

21.4.3 പിൻമസ്തിഷ്കം

പോൺസ്, സെറിബെല്ലം, മെഡുല്ല (മെഡുല്ല ഒബ്ളോഗേറ്റ) എന്നിവ ചേർന്നതാണ് പിൻമസ്തിഷ്കം. മസ്തിഷ്കത്തിന്റെ വിവിധ ഭാഗങ്ങളെ തമ്മിൽ ബന്ധിപ്പിക്കുന്ന നാഡീകോശങ്ങൾ ചേർന്നതാണ് പോൺസ്. സെറിബെല്ലത്തിന്റെ ഉപരിതലത്തിലും ധാരാളം ചുളിവുകളുണ്ട്. കൂടുതൽ ന്യൂറോണുകളെ ഉൾക്കൊള്ളുന്നതിനുവേണ്ടിയാണിത്. മസ്തിഷ്കത്തിലെ മെഡുല്ലയുടെ തുടർച്ചയായി കാണപ്പെടുന്ന ഭാഗമാണ് സുഷുമ്നനാഡി. ശ്വസനം, ഹൃദയത്തിൽ നിന്നുള്ള റിഫ്ളക്സുകൾ, ആമാശയരസങ്ങളുടെ സ്രവണം എന്നിവ നിയന്ത്രിക്കുന്ന കേന്ദ്രങ്ങൾ മെഡുല്ലയിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു. മസ്തിഷ്കകാണ്ഡം മൂന്ന് പ്രധാന ഭാഗങ്ങൾ ചേർന്നതാണ്: മധ്യമസ്തിഷ്കം, പോൺസ്, മെഡുല്ല ഒബ്ളോഗേറ്റ.

21.5 റിഫ്ളക്സ് പ്രവർത്തനം, റിഫ്ളക്സ് ആർക്

വളരെ ചൂടുള്ളതോ തണുത്തതോ കൂർത്തതോ ആയ വസ്തുക്കളെ തൊടുമ്പോഴും, ഭയപ്പെടുത്തുന്നതോ വിഷമുള്ളതോ ആയ ജന്തുക്കളെ ചവിട്ടുമ്പോഴും ശരീഭാഗങ്ങൾ പെട്ടെന്ന് പിൻവലിച്ചിട്ടുള്ള അനുഭവം നിങ്ങൾക്ക് തീർച്ചയായും ഉണ്ടായിട്ടുണ്ടാകും.



ചിത്രം 21.5 റിഫ്ളക്സ് പ്രവർത്തനം കാണിക്കുന്ന ചിത്രീകരണം (കാൽമുട്ട് മടങ്ങൽ റിഫ്ളക്സ്)

ബാഹ്യമായ ഒരു നാഡീയ ഉദ്ദീപനത്തോട് ബോധപൂർവമായ ഇടപെടലോ കൃത്യമായ ചിന്തയോ ഇല്ലാതെ അനൈശ്ചികമായി നടക്കുന്ന പ്രതികരണ പ്രവർത്തനമാണ് **റിഫ്ളക്സ് പ്രവർത്തനം.** ഈ പ്രവർത്തനത്തിൽ കേന്ദ്രനാഡീവ്യവസ്ഥയുടെ ഒരു ഭാഗം ഉൾപ്പെടുന്നു. റിഫ്ളക്സിന്റെ സഞ്ചാരപാതയിൽ ഒരു ആഗമനനാഡി (സംവേദ അവയവം), ഒരു നിർഗമനനാഡി (ബന്ധപ്പെട്ട പേശി) എന്നിവയുടെ ശ്രേണി ഉൾപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു (ചിത്രം 21.5). ആഗമനനാഡി സംവേദഗ്രാഹികളിൽ നിന്ന് സന്ദേശങ്ങൾ സ്വീകരിക്കുകയും ആവേഗത്തെ പുരോനാഡീമൂലത്തിലൂടെ (Dorsal nerve root) കേന്ദ്രനാഡീവ്യവസ്ഥയിൽ (സുഷുമ്ന വരെ) എത്തിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. നിർഗമനനാഡി സന്ദേശങ്ങളെ കേന്ദ്രനാഡീവ്യവസ്ഥയിൽ നിന്ന് പ്രേരക അവയവത്തിലേക്ക് എത്തിക്കുന്നു. അങ്ങനെ ഉദ്ദീപനവും പ്രതികരണവും ചേർന്ന് റിഫ്ളക്സ് ആർക് (Reflex arc) രൂപപ്പെടുന്നു. ചിത്രം (21.5) ൽ കാൽമുട്ട് മടങ്ങൽ റിഫ്ളക്സ് (Knee jerk reflex) വ്യക്തമാക്കിയിരിക്കുന്നു.

21.6 സംവേദങ്ങളുടെ സ്വീകരണവും വിശകലനവും

ചുറ്റുപാടിലുണ്ടാകുന്ന കാലാവസ്ഥാ വ്യതിയാനങ്ങൾ നമുക്ക് അനുഭവവേദ്യമാകുന്നതെങ്ങനെയെന്ന് നിങ്ങൾ എപ്പോഴെങ്കിലും ചിന്തിച്ചിട്ടുണ്ടോ? നിങ്ങൾ എങ്ങനെയാണ് ഒരു വസ്തു കാണുന്നത്? അതിന്റെ നിറം തിരിച്ചറിയുന്നത്? നിങ്ങൾ ശബ്ദം കേൾക്കുന്നതെങ്ങനെ? നമ്മുടെ ശരീരത്തിലെ ഇന്ദ്രിയങ്ങൾ ചുറ്റുപാടിലുണ്ടാകുന്ന എല്ലാത്തരം മാറ്റങ്ങളെയും തിരിച്ചറിഞ്ഞ് കൃത്യമായ സന്ദേശങ്ങൾ കേന്ദ്രനാഡീവ്യവസ്ഥയിലേക്കയയ്ക്കുന്നു. അവിടെ വച്ച് ഇവയെ തിരിച്ചറിഞ്ഞ് വിശകലനം ചെയ്യുന്നു. തുടർന്ന് ഈ സന്ദേശങ്ങൾ മസ്തിഷ്കത്തിലെ വിവിധ കേന്ദ്രങ്ങളിലേക്ക് അയയ്ക്കപ്പെടുന്നു. അങ്ങനെയാണ് ചുറ്റുപാടുമുണ്ടാകുന്ന മാറ്റങ്ങൾ നമുക്ക് തിരിച്ചറിയാനാകുന്നത്.

ഇന്ദ്രിയങ്ങൾ

നാം മൂക്കുകൊണ്ട് വസ്തുക്കളുടെ ഗന്ധമറിയുകയും നാവുകൊണ്ട് രുചി അറിയുകയും ചെവി കൊണ്ട് കേൾക്കുകയും കണ്ണുകൾ കൊണ്ട് കാണുകയും ചെയ്യുന്നു.

മൂക്കിനുള്ളിൽ ഗന്ധമറിയുന്നതിനായി ശ്ലേഷ്മാവൃതമായ സവിശേഷ **ഘ്രാണ ഗ്രാഹികൾ (Olfactory receptors)** കാണപ്പെടുന്നു. ഇവ നിർമിച്ചിരിക്കുന്ന ഘ്രാണ ആവരണകലയിൽ മൂന്ന് തരം കോശങ്ങളുണ്ട്. ഘ്രാണ ആവരണകലയിലെ നാഡികൾ ബാഹ്യചുറ്റുപാടുകളിൽ നിന്ന് ഉദ്ദീപനങ്ങളെ നേരിട്ട് തലച്ചോറിലെ ലിംബിക വ്യവസ്ഥയുടെ തുടർച്ചയായുള്ള ഒരു ജോഡി **ഘ്രാണമുകുളങ്ങളിലേക്ക് (Olfactory bulb)** തുറക്കുന്നു. ഇവയ്ക്ക് അമരവിത്തിന്റെ ആകൃതിയാണുള്ളത്.

രാസവസ്തുക്കൾ അലിയുമ്പോഴാണ് മൂക്കിനും **നാവിനും** അവയെ തിരിച്ചറിയാൻ കഴിയുന്നത്. ഗന്ധവും രുചിയും പരസ്പരം ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. നാവിലെ **സ്വാദുമുകുളങ്ങൾ (Taste buds)** രുചി അറിയാൻ സഹായിക്കുന്നു. സ്വാദുമുകുളങ്ങളിൽ **ഗസ്റ്റേറ്ററി ഗ്രാഹീകോശങ്ങൾ** അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. ഓരോ ഭക്ഷണപദാർഥത്തിന്റെയും പാനീയത്തിന്റെയും രുചി വ്യതിരിക്തമായി തലച്ചോറിലെത്തുകയും തലച്ചോറ് അവയെ അപഗ്രഥിച്ച് സങ്കീർണമായ രുചി എന്ന അനുഭവം ഉളവാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. മനുഷ്യന്റെ കണ്ണിന്റെയും ചെവിയുടെയും ഘടന,

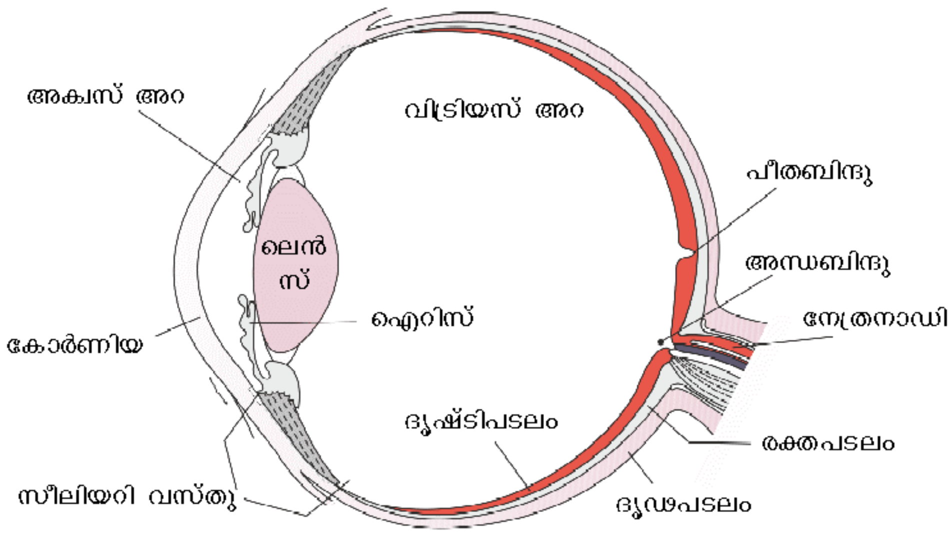
ധർമം എന്നിവ ഉൾപ്പെടുന്ന ഒരു ചെറുവിവരണം തുടർന്ന് വരുന്ന ഭാഗത്ത് നൽകിയിരിക്കുന്നു.

21.6.1 കണ്ണ്

നമ്മുടെ കണ്ണുകൾ തലയോട്ടിയിലെ നേത്രകോടരങ്ങൾക്കുള്ളിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു.

21.6.1.1 കണ്ണിന്റെ ഭാഗങ്ങൾ

പ്രായപൂർത്തിയായ ഒരു മനുഷ്യന്റെ കണ്ണിന് ഗോളാകൃതിയാണുള്ളത്. കണ്ണിന്റെ ഭിത്തി മൂന്ന് പാളികൾ കൊണ്ട് നിർമിതമാണ് (ചിത്രം 21.6). ഏറ്റവും പുറമേയുള്ള, യോജകകലകളാൽ നിർമിതമായ പാളി **ദൃഢപടലം (Sclera)** എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ദൃഢപടലത്തിന്റെ മുൻഭാഗമാണ് **കോർണിയ. രക്തപടലം (Choroid)** എന്ന മധ്യപാളിയിൽ ധാരാളം രക്തക്കുഴലുകൾ ഉണ്ട്. ഇത് നീലനിറത്തിൽ കാണപ്പെടുന്നു. നേത്രഗോളത്തിന്റെ $\frac{2}{3}$ ഭാഗത്തും രക്തപടലം കനം കുറഞ്ഞും, മുൻഭാഗത്ത് കനം കൂടിയ **സീലിയറിബോഡി** ആയും കാണപ്പെടുന്നു. സീലിയറിബോഡി (Ciliary body) മുൻഭാഗത്തേക്ക് നിറമുള്ളതും അതാര്യമായതുമായ **ഐറിസ്** (Iris) ആയി രൂപപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. കണ്ണിലെ നിറമുള്ള ഭാഗമാണ് ഐറിസ്. നേത്രഗോളത്തിൽ സുതാര്യമായ **ലെൻസ്** കാണപ്പെടുന്നു. സീലിയറി ബോഡിയുമായി ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്ന സ്നായുക്കൾ ലെൻസിനെ യഥാസ്ഥാനത്ത് ഉറപ്പിച്ചുനിർത്തുന്നു. ലെൻസിനുമുന്നിൽ ഐറിസിന്റെ മധ്യഭാഗത്തു കാണപ്പെടുന്ന സുഷിരമാണ് **പ്യൂപ്പിൾ (Pupil)**. പ്യൂപ്പിളിന്റെ വലുപ്പം ക്രമീകരിക്കുന്നത് ഐറിസിലെ പേശികളാണ്.



ചിത്രം 21.6 കണ്ണിന്റെ ഭാഗങ്ങൾ കാണിക്കുന്ന ചിത്രം

കണ്ണിലെ ആന്തരപാളിയാണ് **ദൃഷ്ടിപടലം (Retina)**. ഇതിൽ ഗാംഗ്ലിയോൺ കോശങ്ങൾ, ബൈപോളാർ കോശങ്ങൾ, പ്രകാശഗ്രാഹീകോശങ്ങൾ എന്നീ മൂന്ന് പാളി നാഡീകോശങ്ങൾ കാണപ്പെടുന്നു. ഈ പാളികോശങ്ങൾ യഥാക്രമം അകത്ത് നിന്ന് പുറത്തേക്ക് ദൃഷ്ടിപടലത്തിൽ ക്രമീകരിച്ചിരിക്കുന്നു. പ്രകാശ

ഗ്രാഹീകോശങ്ങൾ രണ്ടുതരത്തിലുണ്ട്-**റോഡ്കോശങ്ങളും കോൺകോശങ്ങളും.** പ്രകാശവർണകം എന്നറിയപ്പെടുന്ന പ്രകാശോദ്ദീപകങ്ങളായ മാംസ്യങ്ങൾ ഈ കോശങ്ങളിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. പകൽവെളിച്ചത്തിൽ (Photopic) കാണുന്നതിനും വിവിധ നിറങ്ങൾ തിരിച്ചറിയുന്നതിനും കോൺകോശങ്ങൾ സഹായിക്കുന്നു. റോഡ്കോശങ്ങൾ മങ്ങിയ വെളിച്ചത്തിൽ (Scotopic) കാഴ്ച സാധ്യമാക്കുന്നു. റോഡ്കോശങ്ങളിൽ റൊഡോപ്സിൻ (Rhodopsin) അഥവാ വിഷ്വൽ പർപ്പിൾ (Visual purple) എന്ന മാംസ്യം അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. വിറ്റാമിൻ A യിൽ നിന്നു രൂപപ്പെടുന്ന വർണകമാണ് റൊഡോപ്സിൻ. മനുഷ്യനേത്രത്തിൽ മൂന്ന് തരം കോൺകോശങ്ങളുണ്ട്. ഇവ ചുവപ്പ്, പച്ച, നീല പ്രകാശങ്ങളാൽ ഉത്തേജിപ്പിക്കപ്പെടുന്നു. ഈ കോൺകോശങ്ങളും അവയിലെ വർണകങ്ങളും കൂടിക്കലരുന്നതിനനുസരിച്ച് വ്യത്യസ്ത നിറങ്ങളുടെ കാഴ്ച സാധ്യമാകുന്നു. ഈ കോൺകോശങ്ങളെല്ലാം ഒരുപോലെ ഉത്തേജിപ്പിക്കപ്പെടുമ്പോൾ വെള്ളനിറം ദൃശ്യമാകുന്നു.

നേത്രഗോളത്തിന്റെ പിൻഭാഗത്തുനിന്ന് **നേത്രനാഡികൾ** പുറപ്പെടുകയും രക്തക്കുഴലുകൾ എത്തിച്ചേരുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ ഭാഗത്ത് പ്രകാശഗ്രാഹീകോശങ്ങൾ തീരെയില്ലാത്തതിനാൽ ഇതിനെ **അന്ധബിന്ദു (Blind spot)** എന്നുപറയുന്നു. നേത്രഗോളത്തിന്റെ പിൻഭാഗത്ത് അന്ധബിന്ദുവിന് തൊട്ടടുത്തായി സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന മഞ്ഞനിറത്തിലുള്ള ബിന്ദുവാണ് മാകുള ല്യൂട്ടിയ (Macula lutea). ഇതിന്റെ മധ്യത്തിലായി കാണുന്ന കുഴിയെ **ഫോവിയ** എന്ന് പറയുന്നു. ഇവിടെ കോൺകോശങ്ങൾ തിങ്ങിഞെരുങ്ങി സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു. പീതബിന്ദുവിൽ സൂക്ഷ്മവും തെളിമയുള്ളതുമായ കാഴ്ച (Resolution) സാധ്യമാകുന്നു.

ലെൻസിനും കോർണിയയ്ക്കുമിടയിലുള്ള സ്ഥലത്തെ **അക്വസ് അറ (Aqueous chamber)** എന്നും അതിൽ നിറഞ്ഞിരിക്കുന്ന ജലസദൃശമായ ദ്രാവകത്തെ അക്വസ് ഹ്യൂമർ (Aqueous humor) എന്നും പറയുന്നു. ലെൻസിനും റെറ്റിനയ്ക്കുമിടയിലുള്ള സ്ഥലത്തെ **വിട്രിയസ് അറ (Vitreous chamber)** എന്നും അതിൽ നിറഞ്ഞിരിക്കുന്ന സുതാര്യമായ ജല്ലിപോലുള്ള ദ്രവത്തെ വിട്രിയസ് ഹ്യൂമർ (Vitreous humor) എന്നും പറയുന്നു.

21.6.1.2 കാഴ്ചയുടെ രസതന്ത്രം

ദൃശ്യപ്രകാശത്തിലെ പ്രകാശകിരണങ്ങൾ കോർണിയ, ലെൻസ് എന്നീ ഭാഗങ്ങളിലൂടെ കടന്ന് റെറ്റിനയിൽ കേന്ദ്രീകരിക്കുമ്പോൾ റോഡ്കോശങ്ങളിലും കോൺകോശങ്ങളിലും ആവേഗങ്ങൾ ഉളവാകുന്നു. മനുഷ്യനേത്രത്തിലെ പ്രകാശവർണകങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കിയിരിക്കുന്നത് **ഓപ്സിൻ** (Opsin) എന്ന മാംസ്യവും **റെറ്റിനാൽ (Retinal)** എന്ന വിറ്റാമിൻ എ യുടെ ആൽഡിഹൈഡും ചേർന്നാണ്. പ്രകാശം പതിക്കുമ്പോൾ റെറ്റിനാൽ ഓപ്സിനുമായി വേർപിരിയുന്നു. തൽഫലമായി ഓപ്സിന്റെ ഘടന വ്യത്യാസപ്പെടുകയും സ്തരത്തിന്റെ താര്യതയിൽ മാറ്റമുണ്ടാകുകയും ചെയ്യുന്നു. അങ്ങനെ പ്രകാശഗ്രാഹീകോശങ്ങളിൽ ശേഷീവ്യത്യാസം (Potential difference) രൂപപ്പെടുന്നു. ഇത് ഉളവാക്കുന്ന സന്ദേശങ്ങൾ ഗാംഗ്ലിയോൺ കോശങ്ങളിൽ പ്രവർത്തനശേഷികൾ (Action potential) രൂപപ്പെടാൻ കാരണമാകുന്നു. ഈ പ്രവർത്തനശേഷികൾ (ആവേഗങ്ങൾ) നേത്രനാഡി വഴി തലച്ചോറിലെ **വിഷ്വൽ കോർട്ടക്സ്** (Visual cortex) എന്ന കാഴ്ചയുടെ

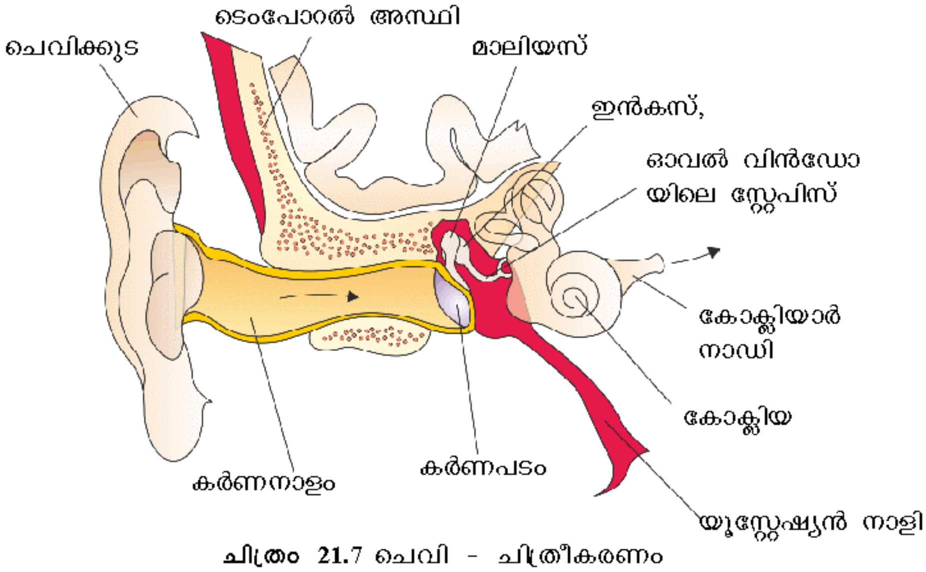
കേന്ദ്രത്തിലെത്തുന്നു. അവിടെവച്ച് ആവേഗങ്ങളെ വിശകലനം ചെയ്യുകയും റെറ്റിനയിലുണ്ടായ പ്രതിബിംബത്തെ മുന്നനുഭവങ്ങളുടെയും ഓർമയുടെയും പശ്ചാത്തലത്തിൽ തിരിച്ചറിയുകയും ചെയ്യുന്നു.

21.6.2 ചെവി

കേൾവി, ശരീരത്തിന്റെ തുലനനിലപാലനം എന്നീ രണ്ട് സംവേദന ധർമങ്ങൾ നിർവഹിക്കുന്ന അവയവമാണ് ചെവി. ചെവിയെ ഘടനാപരമായി മൂന്ന് ഭാഗങ്ങളായി തിരിച്ചിട്ടുണ്ട്-**ബാഹ്യകർണം, മധ്യകർണം, ആന്തരകർണം** (ചിത്രം 21.7).

ചെവിക്കുട (Pinna), കർണനാളം (External auditory meatus) എന്നിവ ചേർന്നതാണ് ബാഹ്യകർണം. ചെവിക്കുട വായുവിലെ ശബ്ദതരംഗങ്ങളെ ശേഖരിച്ച് കർണനാളത്തിലേക്ക് കടത്തിവിടുന്നു. കർണനാളം **കർണപടം (Tympanic membrane or Eardrum)** വരെ നീളുന്ന കുഴലാണ്. നേർത്തരോമങ്ങളും മെഴുകു സ്രവിക്കുന്ന ഗ്രന്ഥികളും ചെവിക്കുടയുടെ തൊലിപ്പുറത്തും കർണനാളത്തിലും കാണപ്പെടുന്നു. കർണപടത്തിന്റെ ബാഹ്യഭാഗത്ത് ത്വക്ക് കൊണ്ടുപൊതിഞ്ഞ യോജകകലയും ആന്തരഭാഗത്ത് ശ്ലേഷ്മസ്തരവുമാണുള്ളത്.

മധ്യകർണത്തിൽ **മാലിയസ്, ഇൻകസ്, സ്റ്റേപ്പിസ്** എന്നീ മൂന്ന് അസ്ഥികൾ കാണപ്പെടുന്നു. ഇവ ഒന്ന് മറ്റൊന്നിനോട് ചങ്ങലപോലെ ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു.

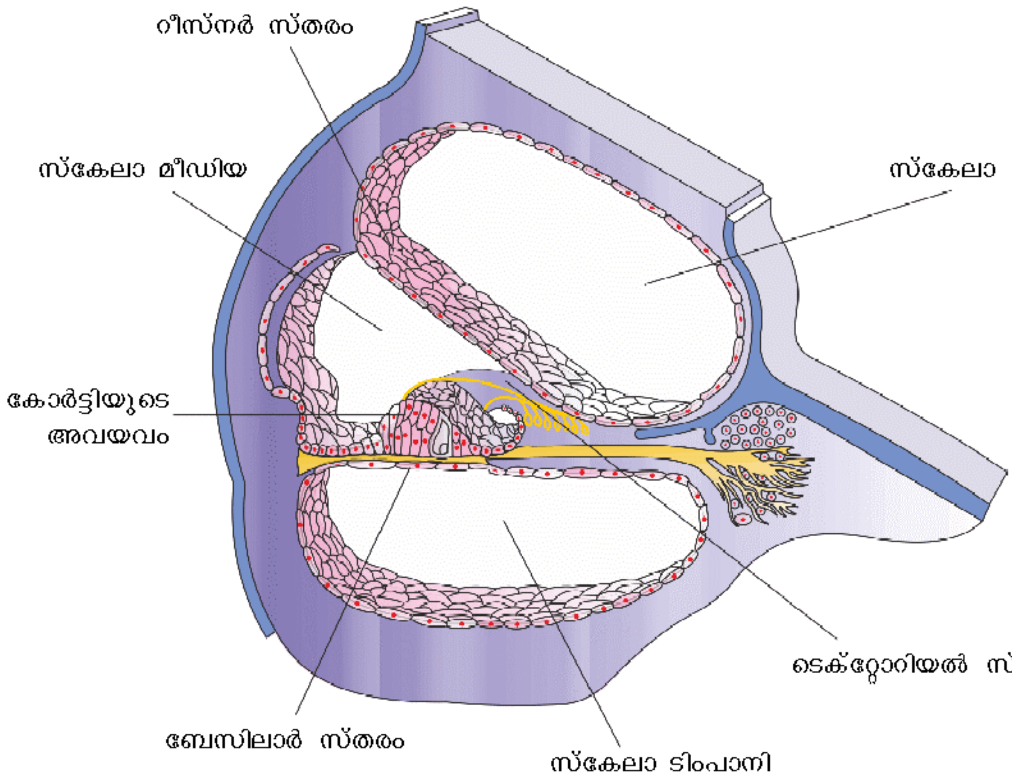


ചിത്രം 21.7 ചെവി - ചിത്രീകരണം

മാലിയസ് കർണപടത്തോട് ചേർന്നിരിക്കുന്നു. സ്റ്റേപ്പിസ് കോക്ലിയയിലെ **ഓവൽവിൻഡോ** (Oval window) യോട് ചേർന്നിരിക്കുന്നു. കർണാസ്ഥികൾ ആന്തരകർണത്തിലേക്കുള്ള ശബ്ദതരംഗങ്ങളുടെ പ്രേഷണക്ഷമത വർധിപ്പിക്കുന്നു. **യൂസ്റ്റേഷ്യൻ നാളി** (Eustachian tube) മധ്യകർണത്തെ ഗ്രസനിയുമായി ബന്ധിപ്പിക്കുന്നു. കർണപടത്തിനിരുവശത്തുമുള്ള മർദം ക്രമീകരിക്കുന്നതിന് യൂസ്റ്റേഷ്യൻനാളി സഹായിക്കുന്നു.

ദ്രവം നിറഞ്ഞിരിക്കുന്ന ആന്തരകർണത്തെ **ലാബിറിന്ത്** എന്നുപറയുന്നു. ഇതിന് അസ്ഥി അറ, സ്തര അറ എന്നീ രണ്ട് ഭാഗങ്ങളുണ്ട്. അസ്തി അറ ചാനലുക ളുടെ ഒരു ശ്രേണിയാണ്. ഈ ചാനലുകൾക്കുള്ളിൽ സ്തര അറ സ്ഥിതി ചെയ്യു ന്നു. ഇതിനെ പൊതിഞ്ഞ് പെരിലിംഫ് എന്ന ദ്രാവകം കാണപ്പെടുന്നു. സ്തര അറയ്ക്കുള്ളിൽ എൻഡോലിംഫ് എന്ന ദ്രാവകം നിറഞ്ഞിരിക്കുന്നു. ലാബി റിന്തിന്റെ ചുറ്റിവളഞ്ഞിരിക്കുന്ന ഭാഗത്തെ **കോക്ലിയ** (Cochlea) എന്നു പറയുന്നു. കോക്ലിയയിലെ സ്തരങ്ങളായ റീസ്നർ സ്തരവും (Reissner's membrane) ബേസി ലാർ സ്തരവും (Basilar membrane) ചേർന്ന് ചുറ്റുമുള്ള പെരിലിംഫ് നിറഞ്ഞിരി ക്കുന്ന അസ്ഥി അറയെ മുകൾഭാഗത്ത് സ്കേലാ വെസ്റ്റിബ്യൂലൈ (Scala vestibuli) എന്നും താഴെ ഭാഗത്ത് സ്കേലാ ടിംപാനി (Scala tympani) എന്നും വേർതിരി ക്കുന്നു ചിത്രം (21.8). കോക്ലിയയ്ക്കുള്ളിലെ സ്കേലാ മീഡിയ (Scala media) എന്ന സ്ഥലത്ത് എൻഡോലിംഫ് നിറഞ്ഞിരിക്കുന്നു. കോക്ലിയയുടെ അടിഭാഗത്ത് സ്കേലാ വെസ്റ്റിബ്യൂലൈ ഓവൽ വിൻഡോയിൽ അവസാനിക്കുന്നു. എന്നാൽ സ്കേലാ ടിംപാനി റൗണ്ട് വിൻഡോയിലൂടെ മധ്യകർണത്തിലേക്ക് തുറക്കുന്നു.

ബേസിലാർ സ്തരത്തിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന രോമകോശങ്ങളുള്ള **'കോർട്ടിയുടെ അവയവം'** (organ of Corti) ശബ്ദ സ്വീകാരികളായി വർത്തിക്കുന്നു. കോർട്ടി അവയവത്തിന്റെ ഉൾവശത്ത് **രോമകോശങ്ങൾ** നിരനിരയായി കാണപ്പെടുന്നു. രോമകോശങ്ങളുടെ താഴത്തെ അഗ്രം ആഗമനനാഡീ തന്തുക്കളുമായി അടുത്ത



ചിത്രം 21.8 കോക്ലിയയുടെ ഛേദം - ചിത്രീകരണം

സമ്പർക്കത്തിലായിരിക്കും. ഓരോ രോമകോശത്തിന്റെയും അഗ്രഭാഗത്ത് നിന്നും സ്റ്റീരിയോ സീലിയ (Stereo cilia) എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഭാഗങ്ങൾ ഉയർന്നുനിൽക്കുന്നു. രോമകോശങ്ങളുടെ നിരകൾക്ക് തൊട്ടുമുകളിലായി **ടെക്റ്റോറിയൽ സ്തരം** (Tectorial membrane) എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഒരു നേർത്ത ഇലാസ്തികസ്തരം കാണപ്പെടുന്നു.

ആന്തരകർണത്തിനകത്ത് കോക്ലിയയ്ക്കു മുകളിലായി **വെസ്റ്റിബ്യൂലാർ അപ്പാരറ്റസ്** (Vestibular apparatus) എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഒരു സങ്കീർണ വ്യൂഹം കാണപ്പെടുന്നു. വെസ്റ്റിബ്യൂലാർ അപ്പാരറ്റസിൽ മൂന്ന് **അർധവൃത്താകാരക്കുഴലുകളും (Semi-circular canals) ഓട്ടോലിത്തും** കാണപ്പെടുന്നു. ഓരോ അർധവൃത്താകാരക്കുഴലും ഒന്ന് മറ്റൊന്നിനഭിമുഖമായി വിവിധതലങ്ങളിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു. സ്തരനിർമിതമായ ചാലുകൾ അസ്ഥിചാലുകളിലെ പെരിലിംഫിൽ മുങ്ങിക്കിടക്കുന്നു. ഈ ചാലുകളുടെ വീർത്ത ചുവടുഭാഗത്തെ ആമ്പ്യൂള (Ampulla) എന്ന് വിളിക്കുന്നു. ആമ്പ്യൂളയ്ക്കുള്ളിൽ രോമകോശങ്ങളടങ്ങിയ ഉയർന്നുനിൽക്കുന്ന **ക്രിസ്റ്റ ആമ്പ്യൂളാരിസ്** (Crista ampullaris) എന്ന ഭാഗം കാണപ്പെടുന്നു. സാക്യൂളിലും യൂട്രിക്കിളിലും ഉയർന്നുനിൽക്കുന്ന **മാക്യുല** (Macula) എന്ന ഭാഗമുണ്ട്. വെസ്റ്റിബ്യൂലാർ അപ്പാരറ്റസിലെ സവിശേഷ ഗ്രാഹികളാണ് ക്രിസ്റ്റയും മാക്യുലയും. ഇവ ശരീരതുലനനില പാലിക്കുന്നതിലും ശരീരനില (Body posture) നിലനിർത്തുന്നതിലും ഗണ്യമായ പങ്കുവഹിക്കുന്നു.

21.6.2.1 കേൾവിയുടെ രസതന്ത്രം

ചെവി എങ്ങനെയാണ് ശബ്ദതരംഗങ്ങളെ നാഡീയ ആവേഗങ്ങളാക്കിമാറ്റുന്നത്? ഈ നാഡീയ ആവേഗങ്ങളെ എങ്ങനെയാണ് തലച്ചോറ് അപഗ്രഥിച്ച് ശബ്ദം തിരിച്ചറിയാൻ സഹായിക്കുന്നത്? ബാഹ്യകർണം ശബ്ദതരംഗങ്ങളെ സ്വീകരിച്ച് കർണപടത്തിലേക്ക് കടത്തിവിടുന്നു. അപ്പോൾ കർണപടം കമ്പനം ചെയ്യുന്നു. ഈ കമ്പനങ്ങൾ കർണാസ്ഥികൾ (മാലിയസ്, ഇൻകസ്, സ്റ്റേപ്പിസ്) വഴി ഓവൽ വിൻഡോയിലെത്തുന്നു. ഓവൽ വിൻഡോയിൽ നിന്ന് കമ്പനങ്ങൾ കോക്ലിയയിലെ ദ്രാവകത്തിലെത്തി എൻഡോലിംഫിൽ തരംഗങ്ങളുണ്ടാക്കുന്നു. ഈ തരംഗങ്ങൾ ബേസിലാർ സ്തരത്തിൽ ഓളങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്നു. ബേസിലാർ സ്തരത്തിലെ ഈ ചലനങ്ങൾമൂലം രോമകോശങ്ങൾ വളഞ്ഞ് ടെക്റ്റോറിയൽ സ്തരത്തെ അമർത്തുന്നു. തൽഫലമായി ബന്ധപ്പെട്ട ആഗമനനാഡികളിൽ നാഡീയ ആവേഗങ്ങൾ രൂപപ്പെടുന്നു. ഈ ആവേഗങ്ങളെ ആഗമനതന്തുക്കൾ കർണനാഡി വഴി മസ്തിഷ്കത്തിന്റെ കേൾവിയുടെ കേന്ദ്രത്തിലെത്തിക്കുന്നു. അവിടെ വച്ച് ഈ ആവേഗങ്ങൾ വിശകലനം ചെയ്യപ്പെടുകയും കേൾവി സാധ്യമാവുകയും ചെയ്യുന്നു.

സംഗ്രഹം

നാഡീവ്യവസ്ഥ എല്ലാ അവയവങ്ങളുടെയും ആന്തരസമസ്ഥിതി-ഉപാപചയപ്രവർത്തനങ്ങളെ നിയന്ത്രിക്കുകയും ഏകോപിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. നാഡീവ്യവസ്ഥയുടെ അടിസ്ഥാന ഘടകങ്ങളായ നാഡീകോശങ്ങൾ ഉത്തേജിതകോശങ്ങളാണ്. ഇവയുടെ സ്തരത്തിനിരുവശത്തും അയോണുകളുടെ ഗാഢതാവ്യത്യാസം നിലനിൽക്കുന്നു. വിശ്രമാവസ്ഥയിൽ നാഡീകോശത്തിന്റെ സ്തരത്തിനിരുവശത്തുമുള്ള വൈദ്യുത ശേഷി വ്യത്യാസത്തെ 'വിശ്രാന്ത പൊട്ടൻഷ്യൽ' **(Resting potential)** എന്നുപറയുന്നു. വിഃധ്രുവീകരണത്തിന്റെയും പുനഃധ്രുവീകരണത്തിന്റെയും ഫലമായുണ്ടാകുന്ന ഒരു തരംഗത്തിന്റെ രൂപത്തിലാണ് ആക്സോൺ സ്തരത്തിലൂടെ ആവേഗങ്ങൾ സഞ്ചരിക്കുന്നത്. സിനാപ്റ്റിക് പൂർവനാഡീകോശത്തിന്റെയും സിനാപ്റ്റികാനന്തര നാഡീകോശത്തിന്റെയും സ്തരങ്ങൾ യോജിക്കുന്ന ഭാഗമാണ് സിനാപ്സ്. ചില സിനാപ്സുകളിൽ സിനാപ്റ്റിക വിടവ് **(Synaptic cleft)** കാണപ്പെടുന്നു. രാസീയ സിനാപ്സുകളിൽ ആവേഗങ്ങളുടെ പ്രേഷണത്തിനു സഹായിക്കുന്ന രാസവസ്തുക്കളെ നാഡീയ പ്രേഷകങ്ങൾ എന്നുപറയുന്നു.

മനുഷ്യ നാഡീവ്യവസ്ഥയ്ക്കു രണ്ട് ഭാഗങ്ങളുണ്ട്: (i) കേന്ദ്രനാഡീവ്യവസ്ഥ **(CNS)** (ii) പരിധീയനാഡീവ്യവസ്ഥ **(PNS).** മസ്തിഷ്കവും സുഷുമ്നയും ചേർന്നതാണ് കേന്ദ്രനാഡീവ്യവസ്ഥ. മസ്തിഷ്കത്തെ മൂന്ന് പ്രധാന ഭാഗങ്ങളായി തിരിക്കാം: (i) പൂർവമസ്തിഷ്കം, (ii) മധ്യമസ്തിഷ്കം, (iii) പിൻമസ്തിഷ്കം. പൂർവമസ്തിഷ്കത്തിൽ സെറിബ്രം, തലാമസ്, ഹൈപ്പോതലാമസ് എന്നീ ഭാഗങ്ങളുൾപ്പെടുന്നു. സെറിബ്രത്തിന്റെ രണ്ട് അർദ്ധഗോളങ്ങളെ തമ്മിൽ കോർപ്പസ് കല്ലോസം എന്ന നാഡീകലകൊണ്ട് യോജിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. പൂർവമസ്തിഷ്കത്തിന്റെ വളരെ പ്രധാനപ്പെട്ട ഒരു ഭാഗമായ ഹൈപ്പോതലാമസ് ശരീരോഷ്മാവ്, വിശപ്പ്, ദാഹം എന്നിവ നിയന്ത്രിക്കുന്നു. സെറിബ്രൽ അർധഗോളങ്ങളുടെ ആന്തരഭാഗങ്ങളും അതുമായി ബന്ധപ്പെട്ട ചില കലകളുടെ കൂട്ടവും ചേർന്ന് സങ്കീർണമായ ലിംബിക വ്യവസ്ഥയായി മാറുന്നു. ഇത് ഗന്ധം, സ്വതന്ത്രപ്രതികരണങ്ങൾ, ലൈംഗികപെരുമാറ്റങ്ങളുടെ നിയന്ത്രണം, വൈകാരികപ്രകടനങ്ങൾ, പ്രചോദനം എന്നിവയുമായി ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. മധ്യമസ്തിഷ്കം കാഴ്ച, സ്പർശം, കേൾവി തുടങ്ങിയവയുടെ സന്ദേശങ്ങൾ സ്വീകരിക്കുകയും അപഗ്രഥിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. പിൻമസ്തിഷ്കത്തിൽ പോൺസ്, സെറിബെല്ലം, മെഡുല്ല എന്നീ ഭാഗങ്ങളുണ്ട്. ചെവിയിലെ അർധവൃത്താകാരക്കുഴലുകളിൽ നിന്നും മറ്റുമുള്ള വിവരങ്ങളെ സെറിബെല്ലം അപഗ്രഥിക്കുന്നു. ശ്വസനം, ഹൃദയസംബന്ധമായ റിഫ്ളക്സുകൾ, ആമാശയസ്രവങ്ങളുടെ ഉൽപ്പാദനം എന്നിവയെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന കേന്ദ്രങ്ങൾ മെഡുല്ലയിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു. മസ്തിഷ്കത്തിന്റെ വിവിധ ഭാഗങ്ങൾ പോൺസിൽ കാണപ്പെടുന്ന തന്തുക്കളാൽ ബന്ധിപ്പിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ഒരു ബാഹ്യനാഡീയ ഉദ്ദീപനത്തോടുള്ള അനൈച്ഛികപ്രതികരണങ്ങളെ മൊത്തമായി റിഫ്ളക്സ് പ്രവർത്തനം എന്നുപറയുന്നു.

ബാഹ്യചുറ്റുപാടിലുണ്ടാകുന്ന മാറ്റങ്ങളെ സംബന്ധിച്ച വിവരങ്ങൾ ഇന്ദ്രിയങ്ങളിലൂടെ കേന്ദ്രനാഡീവ്യവസ്ഥയിലെത്തുന്നു. അവിടെവച്ച് ഈ വിവരങ്ങൾ അപഗ്രഥിക്കപ്പെടുന്നു.

മനുഷ്യനേത്രഗോളത്തിന്റെ ഭിത്തി മൂന്നു പാളികളാൽ നിർമിതമാണ്. കോർണിയ, ദൃഢപടലം എന്നിവ ബാഹ്യപാളിയുടെ ഭാഗങ്ങളാണ്. രക്തപടലമാണ് മധ്യപാളി. ദൃഷ്ടിപടലം എന്നറിയപ്പെടുന്ന ആന്തരപാളിയിൽ രണ്ടുതരം പ്രകാശഗ്രാഹീകോശങ്ങളുണ്ട് - റോഡുകോശങ്ങളും കോൺകോശങ്ങളും. പകൽവെളിച്ചത്തിലെ കാഴ്ചയും വർണക്കാഴ്ചയും സാധ്യമാക്കുന്നത് കോൺകോശങ്ങളാണ്. റോഡുകോശങ്ങൾ മങ്ങിയ വെളിച്ചത്തിൽ കാഴ്ച സാധ്യമാക്കുന്നു. പ്രകാശം കോർണിയയിലൂടെ ലെൻസിലെത്തുന്നു. വസ്തുക്കളുടെ പ്രതിബിംബം ഉണ്ടാകുന്നത് ദൃഷ്ടിപടലത്തിലാണ്.

ചെവിയെ ബാഹ്യകർണം, മധ്യകർണം, ആന്തരകർണം എന്നിങ്ങനെ വിഭജിച്ചിരിക്കുന്നു. മധ്യകർണത്തിൽ മാലിയസ്, ഇൻകസ്, സ്റ്റേപ്പിസ് എന്നീ മൂന്ന് കർണാസ്ഥികൾ കാണപ്പെടുന്നു. ദ്രവം നിറഞ്ഞ ആന്തരകർണത്തെ ലാബിറിന്ത് എന്നുപറയുന്നു. ലാബിറിന്തിന്റെ ചുരുണ്ടിരിക്കുന്ന ഭാഗത്തെ കോക്ലിയ എന്നുപറുന്നു. ബേസിലാർ സ്തരത്തിൽ രോമകോശങ്ങളുള്ള, 'കോർട്ടിയുടെ അവയവം' (Organ of Corti) എന്ന ഭാഗം കാണപ്പെടുന്നു. ഇവ ശബ്ദസ്വീകാരികളായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു. കർണപടത്തിലുണ്ടാകുന്ന കമ്പനങ്ങൾ അസ്ഥികൾ വഴി ഓവൽ വിൻഡോയിലൂടെ ദ്രവം നിറഞ്ഞ ആന്തരകർണത്തിലെത്തുന്നു. ആവേഗങ്ങൾ ആഗമനതന്തുക്കൾ വഴി മസ്തിഷ്കത്തിലെ ശ്രവണകേന്ദ്രത്തിലെത്തുന്നു. ആന്തരകർണത്തിൽ കോക്ലിയയ്ക്കു മുകളിലായി വെസ്റ്റിബ്യൂലാർ അപ്പാരറ്റസ് എന്നറിയപ്പെടുന്ന സങ്കീർണമായ ഒരു ഭാഗം കാണപ്പെടുന്നു. ഭൂഗുരുത്വം, ചലനങ്ങൾ എന്നിവ ഈ ഭാഗത്തെ സ്വാധീനിക്കുന്നു. ശരീരത്തിന്റെ തുലനനില പാലിക്കുന്നതിനും ശരീരനില നിലനിർത്തുന്നതിനും ഈ ഭാഗം സഹായിക്കുന്നു.

പരിശീലന പ്രവർത്തനങ്ങൾ

1. താഴെപ്പറയുന്നവയുടെ ഘടന ചുരുക്കി എഴുതുക.

   (a) മസ്തിഷ്കം (b) കണ്ണ് (c) ചെവി

2. താഴെപ്പറയുന്നവയെ താരതമ്യം ചെയ്യുക.

   (a) കേന്ദ്രനാഡീവ്യവസ്ഥ (CNS) യും പരിധീയനാഡീവ്യവസ്ഥയും (PNS)

   (b) വിശ്രമശേഷി, പ്രവർത്തനശേഷി

   (c) രക്തപടലം, ദൃഷ്ടിപടലം

3. താഴെപ്പറയുന്ന പ്രക്രിയകൾ വിശദീകരിക്കുക.

   (a) ഒരു നാഡീകോശത്തിന്റെ സ്തരത്തിന്റെ ധ്രുവീകരണം

   (b) ഒരു നാഡീകോശത്തിന്റെ സ്തരത്തിന്റെ വിധ്രുവീകരണം

   (c) ഒരു നാഡീകോശത്തിലൂടെയുള്ള ആവേഗങ്ങളുടെ പ്രേഷണം

   (d) ഒരു രാസീയസിനാപ്സിലൂടെയുള്ള നാഡീയ ആവേഗങ്ങളുടെ പ്രേഷണം

4. ചുവടെ തന്നിരിക്കുന്നവയുടെ ചിത്രം വരച്ച് ഭാഗങ്ങൾ അടയാളപ്പെടുത്തുക.

(a) ന്യൂറോൺ (b) മസ്തിഷ്കം (c) കണ്ണ് (d) ചെവി

5. തന്നിരിക്കുന്നവയെ സംബന്ധിച്ച് ലഘുകുറിപ്പുകൾ തയാറാക്കുക.

(a) നാഡീയ ഏകോപനം
(b) പൂർവമസ്തിഷ്കം
(c) മധ്യമസ്തിഷ്കം
(d) പിൻമസ്തിഷ്കം
(e) ദൃഷ്ടിപടലം
(f) കർണാസ്ഥികൾ
(g) കോക്ലിയ
(h) കോർട്ടിയുടെ അവയവം
(i) സിനാപ്സ്

6. ഒരു ലഘുകുറിപ്പ് തയാറാക്കുക.

(a) സിനാപ്റ്റിക പ്രേഷണം
(b) കാഴ്ച എന്ന പ്രക്രിയ
(c) കേൾവി എന്ന പ്രക്രിയ

7. ഉത്തരം ചുരുക്കി എഴുതുക.

(a) നിങ്ങൾ ഒരു വസ്തുവിന്റെ നിറം തിരിച്ചറിയുന്നതെങ്ങനെ?
(b) ശരീരതുലനനില പാലിക്കാൻ സഹായിക്കുന്ന ശരീരഭാഗം ഏത്?
(c) കണ്ണിലെ ദൃഷ്ടിപടലത്തിൽ പതിക്കുന്ന പ്രകാശത്തിന്റെ അളവ് നിയന്ത്രിക്കപ്പെടുന്നതെങ്ങനെ?

8. താഴെപ്പറയുന്നവ വിശദീകരിക്കുക.

(a) പ്രവർത്തനശേഷി (Action potential) ഉണ്ടാക്കുന്നതിൽ Na^+ അയോണുകളുടെ പങ്ക്.
(b) ദൃഷ്ടിപടലത്തിൽ പ്രകാശോദ്ദീപക ആവേഗങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്ന പ്രക്രിയ.
(c) ആന്തരകർണത്തിൽ ശബ്ദം ഒരു നാഡീയ ആവേഗത്തെ സൃഷ്ടിക്കുന്ന പ്രക്രിയ.

9. താഴെത്തന്നിരിക്കുന്നവ വിവേചിച്ചെഴുതുക.

(a) മയലിൻ ഉള്ളതും മയലിൻ ഇല്ലാത്തതുമായ ആക്സോണുകൾ
(b) ഡെൻഡ്രൈറ്റുകളും ആക്സോണുകളും
(c) റോഡുകോശങ്ങളും കോൺകോശങ്ങളും
(d) തലാമസ്, ഹൈപ്പോതലാമസ്
(e) സെറിബ്രം, സെറിബെല്ലം

10. ഉത്തരമെഴുതുക.

(a) ചെവിയുടെ ഏതു ഭാഗമാണ് ശബ്ദത്തിന്റെ സ്ഥായി നിശ്ചയിക്കുന്നത്?
(b) മനുഷ്യമസ്തിഷ്കത്തിലെ ഏറ്റവും വികസിതമായ ഭാഗം ഏത്?
(c) കേന്ദ്രനാഡീ വ്യവസ്ഥയുടെ ഏതു ഭാഗമാണ് ഒരു ഘടികാരമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നത്?

11. കശേരുകികളുടെ കണ്ണിലെ ദൃഷ്ടിപടലത്തിൽ നിന്ന് നേത്രനാഡി പുറത്തേക്ക് വരുന്ന ഭാഗം.

(a) പീതബിന്ദു (ഫോവിയ)

(b) ഐറിസ്

(c) അന്ധബിന്ദു

(d) ഓപ്റ്റിക് ഖയാസ്മ

12. തന്നിരിക്കുന്നവ തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസമെഴുതുക.

(a) ആഗമനനാഡീകോശങ്ങൾ, നിർഗമന നാഡീകോശങ്ങൾ

(b) മയലിൻ ഉള്ള നാഡീകോശത്തിലൂടെയുള്ള ആവേഗങ്ങളുടെ പ്രസരണവും മയലിൻ ഇല്ലാത്ത നാഡീകോശത്തിലൂടെയുള്ള ആവേഗങ്ങളുടെ പ്രസരണവും

(c) അക്വസ് അറ, വിട്രിയസ് അറ

(d) മസ്തിഷ്കനാഡികൾ, സുഷുമ്നാ നാഡികൾ

(f) ശിരോനാഡികളും സുഷുമ്നനാഡികളും