ယုံကြည်ချက်များ၊ စိန်ခေါ်မှုများနှင့်ထိန်းချုပ်မှုများ

အာရုံကြောအမျှင်များပြန်လည်ရှင်သန်ရန်အကောင်းဆုံးကစားနည်းများ

အာရုံကြောမျှင်များဖြစ်ခြင်းတို့ကြောင့်ပျက်စီးနိုင်ပါသည်
ဖြတ်တောက်ခြင်းသို့မဟုတ်ကြေမွခြင်း (စိတ်ဒဏ်ရာရစဉ်ကကဲ့သို့)
ယာဉ်ပျက်၊ သေနတ်ပစ်ခတ်မှုကဲ့သို့ဖြစ်ရပ်
ဒဏ်ရာ (သို့) ရေငုပ်မတော်တဆဖြစ်ခြင်း) သို့မဟုတ်ဖြစ်ခြင်းကြောင့်ဖြစ်
သူတို့၏သွေးထောက်ပံ့မှုကိုဆုံးရှုံးခဲ့သည် (ယခုကာလအတွင်းကဲ့သို့)
လေဖြတ်ခြင်း) ။ ပျက်စီးသောအခါထိခိုက်သော axons များ
လုပ်ဆောင်ရန်အလားအလာများကိုမလုပ်ဆောင်နိုင်တော့ပါ
သတင်းပို့ပါ။ ဖြတ်တောက်ထားသော axon ကို သုံး၍
ဥပမာတစ်ခုအနေဖြင့် axon ၏အစွန်အဖျားအပိုင်း
ဆဲလ်သည်ခန္ဓာကိုယ်မှကျဆင်းသည်။
axon ၏ဆုံးရှုံးသောအပိုင်းသည်ဖြစ်စေ၊ မရှိသည်ဖြစ်စေ
regenerates သည်၎င်း၏တည်နေရာပေါ်မူတည်သည်။ ဖြတ်
အရံအာရုံကြောစနစ်၌ axons
(PNS) သည်ပြန်လည်ရှင်သန်နိုင်သည်၊
ဗဟိုအာရုံကြောစနစ် (CNS) မရနိုင်ပါ။

Peripheral Axons များပြန်လည်တည်ဆောက်ခြင်း

အရံပစ္စည်းတစ်ခုတွင် axon ဖြတ်တောက်ခြင်းကိစ္စတွင်
axon ၏သီးခြားအစိတ်အပိုင်းဖြစ်သောအခါအာရုံကြော
ဝန်းကျင်ရှိ Schwann ဆဲလ်များပျက်စီးစေသည်
အမှိုက်များကို phagocytize လုပ်ပါ။ Schwann ဆဲလ်များ
သူတို့ကိုယ်သူတို့ကျန်ရှိနေပြီးတော့ **ပြန်လည်တည်ဆောက်ဖို့**
ပြန်လည်တည်ဆောက်ရန်လမ်းညွှန်သော **ပြွန်**
အာရုံကြောမျှင်သည်၎င်း၏သင့်တော်သော ဦး တည်ရာသို့ အဲဒီမှာ-
အဓိကချိတ်ဆက်ထားသော axon ၏အစိတ်အပိုင်း
ဆဲလ်ခန္ဓာကိုယ်သည်ကြီးထွားလာပြီးရွေ့လျားသည်။
Schwann ဆဲလ်ကော်လံအတွင်းရပ်ကွက်
amoeboid လှုပ်ရှားမှု (p ။ 48) ကိုကြည့်ပါ။ ဟိ
ကြီးထွားလာသော axon အစွန်အဖျားသည်" sniff" ရှေ့သို့သွားနေသည်
ဓာတုဗေဒလမ်းညွှန်မှုဖြင့်သင့်တော်သော ဦး တည်ချက်
ပြန်လည်ထူထောင်ရေးပြွန်အတွင်းသို့လှုံ့ဆော်ထားသည်
Schwann ဆဲလ်များ အောင်မြင်သောအမျှင်ဓာတ်ပြန်လည်မွေးဖွားခြင်းသိသိသာသာ
နောက်ဆုံးပြန်လာသူအတွက်တာဝန်ရှိသည်
စိတ်ဒဏ်ရာရပြီးနောက်လှုပ်ရှားခြင်းနှင့်လှုပ်ရှားခြင်း
ပြန်လည်ရှင်သန်လာသော်လည်း ripheral အာရုံကြောဒဏ်ရာများ
အစဉ်အမြဲအောင်မြင်သည်မဟုတ်။

Central Axons များပြန်လည်တည်ဆောက်ခြင်းကိုတားမြစ်သည်

၎င်းသည် myelinated ဖြစ်သော CNS ရှိအမျှင်များဖြစ်သည်
oligodendrocytes၊ ဒီ regenerator မရှိဘူး။
ative စွမ်းရည်။ တကယ်တော့ axon တွေကသူတို့ကိုယ်သူတို့
ပြန်လည်ရှင်သန်ရန်စွမ်းရည်ရှိသည်၊ သို့သော် oli-
၎င်းတို့ပတ်လည်ရှိ godendrocytes များကိုပေါင်းစပ်ဖွဲ့စည်းသည်
ပရိုတင်းဓာတ်များသည် axonal ကြီးထွားမှုကိုဟန့်တားသည်
ဖြတ်ကျော်ထည့်ပါ အာရုံကြောကြီးထွားမှုအားမြှင့်တင်ခြင်း၊
၌ကိုးကား peel myelinate ဖြစ်စေသော Schwann ဆဲလ်များ
စာမျက်နှာအထောက်အထား

ripheral axons များ။ ဦး နှောက်အာရုံကြောကြီးထွားမှု
ကျောရိုးကိုနူးညံ့သိမ်မွေ့သောအရာဖြင့်ထိန်းချုပ်သည်
အာရုံကြောကြီးထွားမှုနှင့်မြှင့်တင်မှု တို့အကြားဟန်ချက်ညီ စေသည်
အာရုံကြောကြီးထွား-ဟန့်တားပရိုတိန်း။ အတွင်းမှာ
သန္ဓေသားဖွံ့ဖြိုးမှု၊ အာရုံကြောကြီးထွားမှု
CNS သည် ဦး နှောက်နှင့်ကျောရိုးကဲ့သို့ဖြစ်နိုင်သည်
ဖွဲ့စည်းလျက်ရှိသည်။ သုတေသီများကခန့်မှန်းကြသည်
၎င်းသည်အာရုံကြောကြီးထွားမှုကိုဟန့်တားသောအရာများဖြစ်သည်။
သန္ဓေသားဖွံ့ဖြိုးမှုနောက်ကျခြင်း
elin အစွပ်များသည်ဗဟိုအာရုံကြောပတ် ဝ န်းကျင်
bers များသည်ပုံမှန်အားဖြင့်" guardrails" အဖြစ်သုံးနိုင်သည်။
၎င်းသည်အာရုံကြောအဆုံးအသစ်များကိုလမ်းလွဲခြင်းမှကာကွယ်ပေးသည်
သူတို့ရဲ့မှန်ကန်တဲ့လမ်းကြောင်းအပြင်ဘက်မှာ ကြီးထွားဖွံ့ဖြိုးမှု-
oligodendrocytes ၏လုပ်ဆောင်မှုကိုကန့်သတ်နိုင်သည်
ထို့ကြောင့်အလွန်တရာတည်ငြိမ်မှုရှိစေရန်ဆောင်ရွက်သည်။
CNS ၏ plex ဖွဲ့စည်းပုံ
ကြီးထွားမှုကိုဟန့်တားခြင်းသည်အားနည်းချက်၊
သို့သော် CNS axons ဖြစ်ရန်လိုသောအခါ
ကျောရိုးရှိစဉ်ကကဲ့သို့ပြုပြင်ခဲ့သည်
မတော်တဆဖြတ်တောက်ခံရသည်။ ပျက်စီးနေသောအလယ်ပိုင်း
bers များသည်ချက်ချင်းပြုပြင်ခြင်းလက္ခဏာများပြသည်
ဒဏ်ရာရပြီးနောက်သူတို့ကိုယ်သူတို့ထိခိုက်ဒဏ်ရာရပေမယ့်
ရက်သတ္တပတ်ပေါင်းများစွာသူတို့ဟာဆုတ်ယုတ်လာပြီး၊
ဒဏ်ရာနေရာ၌အမာရွတ်တစ်သျှူးများဖြစ်ပေါ်နေသည်၊
မည်သည့်ပြန်လည်နာလန်ထူမှုကိုမဆို ထို့ကြောင့်ပျက်စီးနေသော
ဦး နှောက်နှင့်ကျောရိုးရှိ ronal အမျှင်များ
ဘယ်တော့မှပြန်မမွေးဘူး။

ပြန်လည်ထူထောင်ရေးဆိုင်ရာသုတေသန
Central Axons ၏
သို့သော်အနာဂတ်တွင်၎င်းသည်ဖြစ်နိုင်သည်
ပြန်လည်ထူထောင်ရေးကိုမြှင့်တင်ရန်
CNS ရှိပျက်စီးနေသောအမျှင်များ စုံစမ်းစစ်ဆေးသူများ
အလားအလာရှိသောနည်းလမ်းများစွာကိုစူးစမ်းရှာဖွေနေကြသည်
central axonal pathways ၏ spurring ပြုပြင်ခြင်း၊
ကျောရိုးသားကောင်များကိုဖွင့်ရန်ရည်ရွယ်ချက်ဖြင့်
လမ်းလျှောက်ရန်ကြိုးဒဏ်ရာ။ ဒါတွေကတော့
က်ရှိသုတေသနလိုင်းများ

- သိပ္ပံပညာရှင်များသည်ရောဂါလက္ခဏာကိုဖြစ်ပေါ်စေနိုင်သည်။ ကြွက်များနှင့်အတူ nificant အာရုံကြောပြန်လည်တည်ဆောက်ခြင်း ဓာတုဗေဒပိတ်ဆို့ခြင်း ဖြင့်ကျောရိုးဖြတ်တောက်ခြင်း ထို့ကြောင့် အာရုံကြောကြီးထွားမှုကိုဟန့်တားပေးသည် အာရုံကြောကြီးထွားမှုအားကောင်းစေရန်ခွင့်ပြုသည် ပေါများသောအပင်သစ်များပေါက်ရန်အားပေးပါ ဒဏ်ရာရတဲ့နေရာမှာအာရုံကြောအမျှင်တွေ တစ်ခုဖြစ်သည် အာရုံကြောကြီးထွားမှုကိုဟန့်တားသောဆေးဟုခေါ်သည်

Nogo ကိုမကြာသေးမီကဖော်ထုတ်ခဲ့သည်။ ယခုတွင်-
အဖျက်ကောင်လေးတွေက axon ကိုအားပေးဖို့ကြိုးစားနေတယ်
စမ်းသပ်တိရစ္ဆာန်များနှင့်အတူပြန်လည်ကြီးထွားလာသည်
ပဋိပစ္စည်း သုံး၍ ကျောရိုးဒဏ်ရာရသည်
Nogo သို့

- အခြားသုတေသီများသည် ကျွန်ုပ်တို့ကို စမ်းသပ်ဆဲဖြစ်သည်။ တံတားကိုပေါင်းကူး ရန်အရံအရံအာရုံကြော များကိုဖြတ်တောက်သည် ဒဏ်ရာရကျောရိုး-နေရာတွင်ချိုယွင်းချက် ဤအမှုန်အမွှားများပါ ဝ င်သည် Schwann ဆဲလ်များသည်အာရုံကြောများကိုထုတ်လွှတ်သည် ကြီးထွားမှုအားကောင်းစေသောပရိုတင်းများ Alterna- အချို့အုပ်စုများသည် ဇီဝဗေဒ ကိုသုံးသည် *scaffolding* (အထူးဒီဇိုင်းပြုလုပ်ထားသောအမျှင်များ အမိုင်နိုအက်ဆစ်ကွင်းဆက်များဖြင့်ဖွဲ့စည်းထားသည် ကွာဟချက်ကိုပေါင်းကူးပေးပြီး neuron ကိုမြှင့်တင်ပေးသည် တိုးတက်မှု။
- လေ့လာမှုအောက်တွင်နောက်ထပ်ကတိပေး Avenue သံလွင်သီးကိုအစားထိုးစိုက်ပျိုးခြင်းတွင် ပါ ဝ င်သည်။ ပျက်စီးသွားသောနေရာသို့ *glia* ကို ထည့်ပါ။ Olfactory ဖြစ်သည် neurons၊ သတင်းအချက်အလက်သယ်ဆောင်သောဆဲလ်များ ဦး နှောက်မှအနံ့များနှင့် ပတ်သက်၍ အစားထိုးခံရသည် ပုံမှန်အားဖြင့်အာရုံကြောအများစုနှင့်မတူပါ။ ဤမျိုးစိတ်အသစ်များကြီးထွားလာခြင်း erated neurons များသည် ဦး နှောက်ထဲသို့ ဝ င်လာပြီးဖွဲ့စည်းသည် functional ဆက်သွယ်မှုများနှင့်သင့်လျော်သည် ဦး နှောက်တွင် neurons များ ဤစွမ်းရည်သည် အထူးအနံ့သင်းပျံ့သောအားဖြင့် sheathing glia သည်ပတ်ပတ်လည်နှင့်ဖုံးအုပ်ထားသည် olfactory axons ကို myelinate လုပ်ပါ။ အစောပိုင်းဟောင်း သက်သေအထောက်အထားများကကူးပြောင်းသည် ဤအထူး myelin ဖွဲ့စည်းခြင်း၏အပင်များ ဆဲလ်များသည် axonal regenera- ဖြစ်ပေါ်စေရန်ကူညီနိုင်သည်။ CNS တွင်ပါ ဝ င်သည်။
- နောက်ထပ်မျှော်လင့်ချက်တစ်ခုကရှာဖွေတွေ့ရှိမှုပါ ၏ အာရုံကြောပင်မဆဲလ် (။ 8 နဲ့ 138 စစကြည့်ပါ) ။ ဒီဆဲလ်တွေကတစ်နေ့နေ့မှာဖြစ်လာနိုင်တယ် ပျက်စီးနေသောကျောရိုးသို့စိုက်သည် မြောက်ခြင်းနှင့်ကွဲပြားခြင်းသို့ပေါင်းစည်းသည် ၎င်းသည်ရင့်ကျက်သော၊ အလုပ်လုပ်နိုင်သောအာရုံခံများထဲသို့ရောက်သည် ဆုံးရှုံးသွားသောသူများကိုအစားထိုးမည်။
- investi- အောက်မှာသို့ရာတွင်အခြားမဟာဗျူဟာသစ် gation သည် အင်ဇိုင်းအားဖြိုဖျက်သည်။ *hibitory components in the scar tissue* ဆိုတာကိုပါ ဒဏ်ရာရသည့်နေရာ၌သဘာဝအလျောက်ဖြစ်ပေါ်သည် အာရုံကြောအမျှင်များပေါက်ခြင်းမှကာကွယ်ပေးသည် ဒီအတားအဆီးကိုကျော်ဖြတ်

myelinated axons သန်း ထို axons များသည်မရောနှောခဲ့လျှင်
တစ်ခုချင်းစီကိုလုပ်ဆောင်ရန်အဆ ၁၀၀ ပိုထူရမည်။
ပဲမျိုးစုံသည်အလျှင်နှင့်တူသော optic အာရုံကြောတစ်ခုဖြစ်ပေါ်သည်
အချင်း ၃၀၀ မီလီမီတာ (၁၂ လက်မ)
myelinating ဆဲလ်များရှိနေခြင်းသည် tremen ဖြစ်နိုင်သည်။
axon ရှိနေလျှင် dous အကျိုးကျေးဇူးသို့မဟုတ်ကြီးမားသောထိခိုက်မှု
အရံတစ်ခုတွင်ထိခိုက်မှုရှိမရှိပေါ် မူတည်၍ ဖြတ်တောက်ပါ

အာရုံကြောသို့မဟုတ် CNS ၌ ပါလာတဲ့ boxed feature ကိုကြည့်ပါ၊

- အကြောင်းပိုမိုလေ့လာသင်ယူရန် Concepts, စိန်ခေါ်မှုများ, အငြင်းပွားစရာတွေနဲ့, ပျက်စီးသွားသောအာရုံကြောအမျှင်များကိုပြန်လည်တည်ဆောက်ခြင်းသည်အရေးကြီးသည် ကျောရိုးထိခိုက်ဒဏ်ရာ (သို့) အခြားထိခိုက်ဒဏ်ရာများအတွက်အရေးကြီးပုံ အာရုံကြော။

လုပ်ဆောင်ချက်တစ်ခုအလားအလာမည်သို့ပြန့်ပွားနေသည်ကိုသင်ယခုမြင်ပြီ
axon တစ်လျှောက်နှင့်သြဇာသက်ရောက်မှုရှိသောအချက်များအကြောင်းကိုလေ့လာခဲ့သည်

Dendrites

Synaptic သွင်းအားစုများ
(presynaptic axon terminal များ)

ပုံကိုကြည့်ပါ
၄-၁၅

ဆဲလ်ခန္ဓာကိုယ်
postsynaptic အာရုံခံ

Axon စက်များ

isuals Unlimited ဖြစ်သည်

ER Lewis, TE Everhart နှင့် YY Zevi/V

ဆဲလ်ခန္ဓာကိုယ်
postsynaptic အာရုံခံ

Axon
တောင်ကုန်း

Myelinated ဖြစ်သည်
axon

• ပုံ 4-14 ဆဲလ်ခန္ဓာကိုယ်မှ Synaptic သွင်းအားစု (presynaptic axon ဆိပ်ကမ်း) နှင့်
postsynaptic neuron တစ်ခုတည်း၏ dendrites အခြောက်ခံခြင်းလုပ်ငန်းစဉ်သည် neuron ကိုပြင်ဆင်ရန်သုံးသည်
အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော်အီလက်ထရွန်မိုက်ခရိုဂရပ်သည် presynaptic axon terminal များကိုဖြတ်ချပြီးရင်းတို့ကိုဆွဲထုတ်ခဲ့သည်
postsynaptic ဆဲလ်ခန္ဓာကိုယ်မှ

ဒီပြန့်ပွားနှုန်း ဒါပေမယ့်လုပ်ဆောင်ချက်တစ်ခုဖြစ်လာရင်ဘာဖြစ်မလဲ
အလားအလာသည် axon ၏အဆုံးသို့ရောက်နိုင်သလား။

လူ့အာရုံကြောစနစ်တွင်ရှားပါးသည်။ ၎င်းတို့ကိုဖော်ထုတ်ခဲ့သည်
CNS သည်လျှပ်စစ်အုပ်စု၏လုပ်ဆောင်ချက်များကို၎င်းတို့နှင့်တစ်ပြိုင်နက်ချိန်ညှိပေးသည်
အာရုံခံဆဲလ်များကြားဟချက်များဆိုရာများနှင့်အထူးပြုသည်
သွား၏ပျော့ဖတ်နှင့်မျက်လုံး၏မြင်လွှာကဲ့သို့နေရာများ။
ချောမွေ့ကြွက်သားများနှင့်ကားများတွင်ကြားဟသောလမ်းဆုံလမ်းခွများပိုမိုများပြားလာသည်။
diac ကြွက်သား၊ သူတို့ရဲ့လုပ်ဆောင်ချက်ကိုပိုနားလည်တယ်။

[Synapses နှင့် Neuronal ပေါင်းစည်းခြင်း]

တစ်ဦး: တစ်ဦးကအာရုံခံဆဲလျှသုံးခုအဆောက်အဦများ၏တဦးတည်းအပေါ်အဆုံးသတ်ခြင်းစခွေဂျးငါ ကြွက်သား တစ်ဦး
gland (သို့) အခြား *neuron* တစ်ခု ။ ထို့ကြောင့်လိုအပ်သောနေရာပေါ် မူတည်၍
ron သည်ရပ်ဆိုင်းသွားပြီးရင်းသည်ကြွက်သားဆဲလ်ကျုံ့ရန်၊ ဂလင်းဆဲလ်တစ်ခုဖြစ်စေနိုင်သည်
တစ် ဦး အားလျှပ်စစ်သတင်းတစ်ခုကိုလုပ်ဆောင်ရန်အခြား neuron တစ်ခုမှုခဲ့ထုတ်သည်
အာရုံကြောလမ်းကြောင်း (သို့) အခြားလုပ်ဆောင်ချက်အချို့ဦး နောက်အာရုံကြောတွေမှတ်အနေ
တစ်ကြွက်သားတစ်ခုသို့မဟုတ်ဂလင်းပေါ် nates သည်အာရုံခံဆဲလျှမှဆိုပါတယ် **innervate**၊ သို့မဟုတ်
ထောက်ပံ့ရေး၊ ဖွဲ့စည်းပုံ။ အာရုံကြောများနှင့်ကြွက်သားများအကြားလမ်းဆုံလမ်းခွများ
၎င်းတို့ထည့်သွင်းထားသော cles များနှင့်ဂလင်းများကိုနောက်ပိုင်းတွင်ဖော်ပြပါလိမ့်မည်။ အခုအတွက်တော့
အာရုံကြောနှစ်ခုဖြစ်တဲ့ဆုံချက်တစ်ခုဖြစ်တဲ့ **syn- ကို** အာရုံစိုက်လိမ့်မယ်။
apse (*synapsis* သည်" ဆုံမှတ် " ကိုဆိုလိုသည်) ။ (တစ်ခါတစ်ရံတွင် *synapse* ဟူသောအသုံးအနှုန်း ရှိသည်
စိတ်လှုပ်ရှားဖွယ်ဆဲလ်နှစ်ခုကြားမှလမ်းဆုံတစ်ခုကိုဖော်ပြရန်သုံးသည်
အာရုံခံနှစ်ခုကြားဆုံရာအတွက်ဒီဝေါဟာရကိုကြိုတင်မှာထားလိမ့်မယ်။)

ဓာတုလက္ခဏာများ Huhu ရှိ synapses အများစုသည်
လူ၏အာရုံကြောစနစ်သည် **ဓာတု synapses** တစ်ခုဖြစ်သည်
messenger သည်သတင်းအချက်အလက်များကိုအာကာသတစ်ခုမှတစ်လမ်းသို့ပို့သည်။
အာရုံခံနှစ်ခုကိုအဆင့်သတ်မှတ်သည်။ ဓာတု synapse သည်လမ်းဆုံတစ်ခုပါ ဝ င်သည်
presyn ဟုခေါ်သော neuron တစ်ခု၏ axon terminal ကြား၊
aptic neuron နှင့် dendrites (သို့) second neuron ၏ဆဲလ်ခန္ဓာကိုယ်
အဆိုပါအဖြစ်လူသိများ *postsynaptic* အာရုံခံဆဲလျှ။ (*Pre* သည်" မတိုင်မီ" နှင့် ပို့စ်ကို ဆိုလိုသည်
"after" ကိုဆိုလိုသည်။ presynaptic neuron သည် synapse မတိုင်မီတွင်တည်ရှိသည်။
synapse ပြီးနောက် postsynaptic neuron သည်တည်ရှိသည်။)
drites နှင့်အနည်းငယ်သောအတိုင်းအတာအထိ၊ အာရုံခံအများစု၏ဆဲလ်ခန္ဓာကိုယ်သည်ပြန်လည်
axon terminal များဖြစ်သော synaptic သွင်းအားစုထောင်ပေါင်းများစွာကိုရယူပါ
အခြားအာရုံခံများစွာမှ CNS ရှိအာရုံခံအချို့သည်လက်ခံသည်
100,000 Synaptic သွင်းအားစု (အဖြစ်အများအပြား • ပုံ 4-14) ။
ဤဓာတုသင်္ကေတထောင်ပေါင်းများစွာထဲမှတစ်ခု၏ခန္ဓာဗေဒ
apses ကို • ပုံ ၄-၁၅ တွင်ပြထားသည် ။ **pre-** ၏ axon terminal ကို
synaptic neuron သည်၎င်း၏လုပ်ဆောင်ချက်အလားအလာများကို ဦး တည်နေသော၊
synapse သည်အနည်းငယ်ရောင်ရမ်းခြင်း၊ **synaptic အဖု** တွင်အဆုံးသတ်သည် ။ ဟိ
synaptic အဖုတွင် သတ်သတ်မှတ်မှတ်သိုလှောင်ထားသော **synaptic vesicles များ** ပါ ဝ င် သည်
ဓာတုစေတမန်၊ အာရုံခံကိုရယာကိုပေါင်းစပ်ပေးသော **အာရုံကြောပို့လွှတ်သူ**
presynaptic neuron ဖြင့်အရွယ်အစားနှင့်ထုပ်ပိုးသည်။ အဆိုပါ synaptic
အဖုသည်အနီးကပ်ထိတွေ့သော်လည်းအမှန်တကယ်မထိပေ၊
အဆိုပါ **postsynaptic အာရုံခံဆဲလျှ**, အဘယ်သူ၏အရေးယူအလားအလာအဆိုပါအာရုံခံဆဲလျှ
အနေဖြင့်ဖွင့်သွားသည် ။ အကြားနေရာ
presynaptic နှင့် postsynaptic neurons များကို **synaptic** ဟုခေါ်သည်
ကွဲ (ကြားခံအရွယ်အစားတစ်ခုရှိသော) fingerlike CAM များသည်တစ်စိတ်တစ်ပိုင်းအားဖြင့်တိုးချဲ့လာသည်
presynaptic နှင့် postsynaptic အာရုံခံများ၏ membrane မျက်နှာပြင်များမှ synaptic cleft ကို ဖြတ်၍
postsynaptic အာရုံခံ။ ဤခန့်မှန်းချက်များသည်" Velcroed"

[Synapses သည်ပုံမှန်အားဖြင့်အကြားလမ်းဆုံလမ်းခွများဖြစ်သည် presynaptic နှင့် postsynaptic အာရုံခံ။]

synapses နှစ်မျိုးရှိသည်: လျှပ်စစ် *synapses* နှင့် ဓာတု
synapses များ အကြားသတင်းအချက်အလက်များလွှဲပြောင်းပုံပေါ်မူတည်သည်
neurons နှစ်ခု

Electric synapses တစ်ခုမှာတော့ **လျှပ်စစ် synapses,** နှစ်ခုတွင် neuron
အားသွင်းခွင့်ပြုသောကြားဟချက်လမ်းဆုံများ (p ။ 9) ကိုဆက်သွယ်ထားသည်။
သယ်ဆောင်လာတဲ့အိုင်းယွန်းတွေကဆဲလ်နှစ်ခုကြားတိုက်ရိုက်စီးဆင်းတာဖြစ်ဖြစ်
ဦး တည်ချက်။ လျှပ်စစ် synapses များသည်မကျိုးမပေါက်ကူးပြောင်းမှုကို ဦး တည်စေသည်
လျှပ်စစ်အချက်ပြမှုများ၏မစ်ရှင်နှင့်အလွန်လျင်မြန်သောဤအမျိုးအစားဖြစ်သည်
ဆက်သွယ်မှုသည်အခြေခံအားဖြင့်" ဖွင့်သည်" သို့မဟုတ်" ပိတ်သည်" နှင့်စည်းမျဉ်းမရှိပါ
neuron တစ်ခုတွင်လုပ်ဆောင်နိုင်သောအလားအလာသည်လုပ်ဆောင်ချက်တစ်ခုဖြစ်စေသည်
ချိတ်ဆက်ထားသော neuron ၌ tial ဖြစ်သည်။ လျှပ်စစ် synapses အတော်လေးရှိပါတယ်

စာမျက်နှာ ၃

၁ လှုပ်ရှားမှုအလားအလာသည် axon terminal သို့ရောက်သည်
presynaptic neuron

၂ Ca 2+ သည် synaptic knob (presynaptic axon) ထဲသို့ ဝ င်သည်
ဂိတ်)။

၃ Neurotransmitter ကို exocytosis ဖြင့်ထုတ်လွှတ်သည်
synaptic cleft ထဲသို့

၄ Neurotransmitter သည် receptors များနှင့်ချိတ်ဆက်သည်
ဓာတုဗေဒကန့်သတ်ထားသောချန်နယ်များ၏အရေးပါသောအစိတ်အပိုင်းဖြစ်သည်
postsynaptic neuron ၏ subsynaptic အမြှေးပါး

၅ neurotransmitter ကို receptor သို့ချိတ်သည်
အဲဒီအထူးချန်နယ်

Axon ၏
presynaptic
neuron

၁

Synaptic အဖု
(presynaptic
axon terminal ကို)

Synaptic
vesicle

Synaptic
ကွဲ

Subsynaptic
အမြှေးပါး

Postsynaptic အာရုံခံ

ဗို့အားကန့်သတ်ထားသည်
Ca 2+ ချန်နယ်

Ca 2+

၂

Neuro-
ထုတ်လွှင့်သူ
မော်လီကျူး

၃

၃

၄

၄

၅

၅

ဓာတုဗေဒကန့်သတ်ထားသည်
လက်ခံသူ-ရုပ်သလိုင်း
Na များအတွက် + K ကို + , ဒါမှမဟုတ် Cl -
လက်ခံခြင်း
neurotransmitter ဖြစ်သည်

Axon ဂိတ်
presynaptic ၏
neuron

• ပုံ 4-15 တစ်ခုတည်း synapses ၏ဖွဲ့စည်းပုံနှင့် function ကို။
နံပါတ်စဉ်အဆင့်များသည်အဖြစ်အပျက်များ၏အစီအစဉ်များကိုသတ်မှတ်ပေးသည်

isuals Unlimited ဖြစ်သည်

© Dennis Kunkel/V

Dendrite ၏ postsynaptic neuron

Synaptic vesicles

Synaptic ကွဲ

synapse တွင်ထားပါ။ ပေါက်ကွဲမှုသည် exocytosis ၏လွတ်မြောက်ခြင်းကိုသရုပ်ဖော်သည်
presynaptic axon terminal နှင့်၎င်း၏ခွဲခွဲမှ neurotransmitter
subsynaptic တွင်၎င်းအတွက်သီးခြား receptors များနှင့်ချည်နှောင်ထားသည်
postsynaptic neuron ၏အမြှေးပါး။ အီလက်ထရွန်မိုက်ခရိုဂရပ်
presynaptic axon terminal နှင့်တွင်းတစ်ခုကြားတွင် synapse တစ်ခုကိုပြသည်။
postsynaptic ဆဲလ်၏ drite ။

ကွဲနေတဲ့အလယ်မှာသူတို့ဆုံကြ၊ အတူထပ်နေတဲ့နေရာ
မင်းလက်နှစ်ဖက်ကိုလက်နှစ်ဖက်ကနေဆန့်ထုတ်လိုက်သလိုပဲ
အတူတကွ။ ဤရုပ်ပိုင်းဆိုင်ရာချိတ်ဆက်မှုသည်အနီးကပ်မတည်ငြိမ်မှုကိုတည်ငြိမ်စေသည်
synapse တွင် pre- နှင့် postsynaptic neurons များ
လက်ရှိ presynaptic မှတိုက်ရိုက်ကူးစက်ခြင်းမရှိပါ
ဓာတု synapse တစ်ခုတွင် postsynaptic neuron အဲဒီအစားလုပ်ဆောင်ချက်တစ်ခု
presynaptic neuron တွင်အလားအလာသည် postsynaptic neu- ကိုပြောင်းလဲစေသည်
ဓာတုနည်းလမ်းများဖြင့် ron ၏အလားအလာ Synapses သည်တစ်ခုနှင့်တစ်ခုလည်းဖြစ်သည်
rection သာ; ဆိုလိုသည်မှာ presynaptic neuron သည်အပြောင်းအလဲများကိုဖြစ်ပေါ်စေသည်
postsynaptic neuron ၏အမြှေးပါးအလားအလာတွင်ဖြစ်သည်
postsynaptic neuron ၏အလားအလာကိုတိုက်ရိုက်မလွှမ်းမိုးပေ
presynaptic အာရုံခံ။ ဒီလိုဖြစ်လာရတဲ့အကြောင်းအရင်းကအလွယ်တကူ
synapse တစ်ခုတွင်ဖြစ်ပျက်သောအဖြစ်အပျက်များကိုသင်ဆန်းစစ်သောအခါမိဘ

neurotransmitter သည်သယ်ဆောင်သည် synapse ကို ဖြတ်၍ အချက်ပြသည်။

presynaptic neuron တစ်ခုတွင်လုပ်ဆောင်မှုအလားအလာတစ်ခုဖြစ်လာသောအခါ
အဆိုပါ axon terminal ကို (ရန်ရရှိစေရန် • ပုံ 4-15, ခြေလှမ်း 1 ဒီ)
အလားအလာရှိပြည်တွင်းအပြောင်းအလဲများသည်ဗို့အားတံခါးများဖွင့်ခြင်းကိုအစပျိုးသည်

synaptic knob တွင် Ca^{2+} ချန်နယ်များ ဘာကြောင့်လဲဆိုတော့ Ca^{2+} ဟာအများကြီးပါ
ECF တွင်ပိုမိုမြင့်မားသောအာရုံစူးစိုက်မှု (p ။ 70) တွင်ဤ ion စီးဆင်းသည်
သောလမ်းကြောင်းများ (အဆင့် ၂) မှတဆင့် synaptic အဖုထဲသို့
Ca^{2+} သည်အချို့ထံမှ neurotransmitter ထုတ်လွှတ်မှုကိုအားပေးသည်
synaptic vesicles ကို synaptic cleft သို့အဆင့် (၃) လွှတ်သည်
exocytosis (p ။ 28 ကိုကြည့်ပါ) ပြန်လွှတ်လာသူ
rotransmitter သည် cleft ကို ဖြတ်၍ ပျံ့နှံ့သွားပြီးတိကျသောအရာနှင့်ချည်နှောင်သည်
ပေါ်ရှိတိုက်ရိုက်ပါရှိတိန်း receptors **subsynaptic အမြှေးပါး,** အဘို့
postsynaptic အမြှေးပါးသည်ချက်ချင်းဖုံးလွှမ်းသွားသည်
synaptic knob (*sub* ဆိုသည်မှာ" အောက်" ဟုဆိုလိုသည်) (အဆင့် ၄) ။ ဒီ receptors
သီးခြား ion channel များ၏အရေးပါသောအစိတ်အပိုင်းတစ်ခုဖြစ်သည်။ neu ၏ချည်နှောင်ခြင်း
rotransmitter သည် receptor-channels သို့ချန်နယ်များကိုဖြစ်ပေါ်စေသည်
postsynaptic neuron ၏ ion permeability ကိုဖွင့်သည်
(အဆင့် ၅) ။ ဤအရာသည်ဆန့်ကျင်ဘက်ဖြစ်သောဓာတုဗေဒတံခါးများဖြစ်သည်
voltage-gated ချန်နယ်များသည်လုပ်ဆောင်ချက်အလားအလာအတွက်တာဝန်ရှိသည်
Ca^{2+} သည် synaptic knob ထဲသို့ ဝ င်ရောက်လာသည်။ presynaptic ကြောင့်ဖြစ်သည်
terminal သည် neurotransmitter နှင့် subsynaptic တို့ကိုထုတ်လွှတ်သည်
postsynaptic neuron ၏အမြှေးပါး၌ receptor-channels များရှိသည်
neurotransmitter အတွက် synapse သည်၎င်း၌သာလည်ပတ်နိုင်သည်
presynaptic မှ postsynaptic neuron သို့ ဦး တည်သည်။

စာမျက်နှာ ၄

presynaptic neu- တွင်လျှပ်စစ်အချက်ပြကိုပြောင်းလဲခြင်း
ron (လုပ်ဆောင်မှုအလားအလာ) သည် postsyn ၌လျှပ်စစ်အချက်ပြတစ်ခုသို့
ဓာတုနည်းလမ်းများဖြင့် aptic neuron (neurotransmitter မှတဆင့်
receptor ပေါင်းစပ်) အချိန်ကြာသည်။ ဤ **synaptic နှောင့်နှေး** ခြင်းသည်အများအားဖြင့်ဖြစ်သည်
0.5 မှ 1 msec ခန့် အာရုံကြောလမ်းကြောင်းတစ်ခုတွင် ဦး နှောက်အာရုံကြောများ
ဆယ်ခုကိုဖြတ်ကျော်ရမည်။ လမ်းကြောင်းပိုရှုပ်ထွေးလေ၊
ပိုမို synaptic နှောင့်နှေးခြင်းနှင့် စုစုပေါင်းတုံ့ပြန်မှုအချိန် (ပို
ဖြစ်ရပ်တစ်ခုခုကိုတုံ့ပြန်ရန်လိုအပ်သောအချိန်)

presynaptic neuron တစ်ခုစီသည်ပုံမှန်အားဖြင့် neu တစ်ခုတည်းကိုသာထုတ်ပေးသည်။
rotransmitter ကို; ဒါပေမယ့်မတူညီတဲ့ ဦး နှောက်အာရုံကြောတွေကကွဲပြားပါတယ်။
rotransmitter သည်၎င်းတို့ကိုလွှတ်သည်။ သူတို့၏ subsynaptic နှင့်စည်းနှောင်ခြင်းတွင်
receptor-channels, ကွဲပြားခြားနားသော neurotransmitters များသည်ကွဲပြားစေသည်
ion permeability အပြောင်းအလဲများ။ synapses နှစ်မျိုးရှိသည်။
post-induced ဖြစ်ပေါ်စေသော permeability ပြောင်းလဲမှုပေါ်မူတည်သည်။
သီးခြား neurotrans- ပေါင်းစပ်မှုဖြင့် synaptic neuron
၎င်း၏ receptor-channels များနှင့်အတူ mitter: *excitatory synapses* နှင့် *in-hibitory synapses* များ။

+၃၀

ဝ ယ်သည်

synapse ကိုအသက်သွင်းခြင်း

–50

postsynaptic neuron ၌ အမြှေးပါးအလားအလာ (mV)

–၇၀

EPSP

တံခါးခုံ အလားအလာ

၅ ၁၅ ၂၅ ၃၅ ၄၅

အချိန် (msec)

(က) Excitatory synapse

+၃၀

ဝ ယ်သည်

synapse ကိုအသက်သွင်းခြင်း

–50

postsynaptic neuron ၌ အမြှေးပါးအလားအလာ (mV)

တံခါးခုံ အလားအလာ

IPSP

၅ ၁၅ ၂၅ ၃၅ ၄၅

အချိန် (msec)

(ခ) Inhibitory synapse

• **ပုံ 4-16 Postsynaptic အလားအလာ။** (က) စိတ်လှုပ်ရှားစေသော post synaptic potential (EPSP) ကို excit- ၏ activation ဖြင့်ဖြစ်ပေါ်လာသည်။ atory presynaptic input သည် postsynaptic neuron ကိုပိုမိုနီးစပ်စေသည် အလားအလာအလားအလာ။ (ခ) အနှောင့်အယှက်ပေးနိုင်သော postsynaptic အလားအလာ (IPSP) inhibitory presynaptic input ကို activation ပြုလုပ်ခြင်းဖြင့်ဖြစ်ပေါ်လာသည် မှတ်ဉာဏ်အလားအလာမှ postsynaptic neuron ကိုပိုမိုဝေးကွာစေသည်။

စိတ်လှုပ်ရှားဖွယ် **လက္ခဏာများ** သည် **စိတ်လှုပ်ရှားဖွယ် synapse** တစ်ခုတွင် တုံ့ပြန်မှုဖြစ်သည်
receptor-channel သို့ neurotransmitter တစ်ခု၏စည်းနှောင်မှုဖြစ်သည်
subsynaptic တွင် nonspecific cation channel များဖွင့်ခြင်း
Na^{+} နှင့် K^{+} တို့ကို တစ်ပြိုင်နက်ဖြတ်သန်းခွင့်ပြုသောအမြှေးပါး
သူတို့ကတဆင့် (ဤအရာသည်၎င်းတို့နှင့်မတူသောချန်နယ်အမျိုးအစားတစ်ခုဖြစ်သည်
မင်းအရင်ကကြုံဖူးတယ်။) ဒါကြောင့်ဒီနှစ်ခုစလုံးကိုစုပ်ယူနိုင်စွမ်း
ions များသည်တစ်ချိန်တည်းတွင်မြင့်တက်လာသည်။ အိုင်းယွန်းတစ်ခုစီရဲ့ဘယ်လောက်ကွာခြားသလဲ
open cation channel မှတဆင့် fuse များသည်၎င်းတို့၏လျှပ်စစ်ဓာတ်အားပေါ်မူတည်သည်။
ဓာတု gradient အနားယူချိန်မှာအာရုံစူးစိုက်မှုနှစ်ခုလုံးရှိတယ်
Na^{+} အတွက်လျှပ်စစ် gradient များသည် ၎င်း၏ရွေ့လျားမှုကိုနှစ်သက်သည်
အာရုံစူးစိုက်မှု gradient သာဖြစ်ပြီး postsynaptic neuron ဖြစ်သည်
K^{+} အတွက် ၎င်း၏လှုပ်ရှားမှုသည်အပြင်ဘက်ကိုနှစ်သက်သည်။ ထို့ကြောင့် permeabilil သည်
စိတ်လှုပ်ရှားစေသော synapse ရလဒ်ကြောင့်ဖြစ်ပေါ်လာသောအပြောင်းအလဲသည်ရွေ့လျားခြင်းကိုဖြစ်စေသည်။
postsynaptic neuron မှ K^{+} အိုင်းယွန်း အချို့ကို ဖော်ပြသည်
Na^{+} အိုင်းယွန်း အရေအတွက်ပို များသည်ဤ neuron ထဲသို့တစ်ပြိုင်နက် ဝ င်သည်။
ရလဒ်သည်ဆဲလ်ထဲသို့အပြုသဘောဆောင်သောအိုင်းယွန်းများအသားတင်ရွေ့လျားခြင်းဖြစ်သည်။ ဒီ
အမြှေးပါး၏အတွင်းပိုင်းကိုအနည်းငယ်ထက်အနုတ်လက္ခဏာဖြစ်စေသည်
ထို့ကြောင့်အနားယူရန်အလားအလာရှိသောကြောင့် *depolarization* အနည်းငယ်ကို ထုတ်လုပ် သည်
postsynaptic အာရုံခံ။

excitatory synapse တစ်ခုအားအသက်သွင်းခြင်းသည်ခဲယဉ်းစွာ depolarize နိုင်သည်
postsynaptic neuron သည်၎င်းကိုအဆင့်သို့ရောက်စေရန်လုံလောက်သည်။ အရမ်း
subsynaptic အမြှေးပါးတစ်ခုတည်းတွင်ချန်နယ်အနည်းငယ်ပါ ဝ င်သည်
လုံလောက်သောအိုင်းယွန်းစီးဆင်းမှုကိုခွင့်ပြုသည်။
သို့သော်ဤသေးငယ်သည့် depolarization သည်အမြှေးကိုဖြစ်စေသည်
postsynaptic neuron သည်တံခါးခုံနှင့်ပိုမိုနီးကပ်စေပြီး၊
ဖြစ်နိုင်ခြေအလားအလာ (ထပ်ဆင့်တုံ့ပြန်မှု) သို့ရောက်ရှိလိမ့်မည်
excitatory input) နှင့်လုပ်ဆောင်ချက်အလားအလာတစ်ခုပေါ်ပေါက်လိမ့်မည်။ အဲဒီအတွက်
အမြှေးပါးသည်ယခုအခါပိုမိုစိတ်လှုပ်ရှားဖွယ်ကောင်းသည်။
အနားယူချိန်တွင်ထက်) ထို့ကြောင့် postsynaptic အပြောင်းအလဲ
excitatory synapse တွင်ဖြစ်ပေါ် နိုင်သောအလားအလာကို**excit-** ဟုခေါ်သည်။
atory postsynaptic အလားအလာ, သို့မဟုတ် **EPSP** (• ပုံ 4-16a) ။

အတားအဆီးလက္ခဏာများ ကို **တားဆီးသော synapse** တစ်ခုတွင် စည်းနှောင်၏
၎င်း၏ receptor-channels များနှင့်ကွဲပြားခြားနားသော neurotransmitter ကိုထုတ်လွှတ်သည်

တိုးမြှင့် P ကို၏ဖြစ်ရပ် Cl ၂ ကို , Cl များ၏အာရုံစူးစိုက်မှုကြောင့်အ ၂ ကို ဖြစ်ပါတယ်
ဆဲလ်ပြင်ပတွင်ပိုမြင့်လေ၊ အနုတ်လက္ခဏာပိုများသောဆဲလ်များ ဝ င်လာသည်
ဆန့်ကျင်ဘက်လျှပ်စစ်ပစ္စည်းများမှမောင်းထုတ်သော Cl ၂ အိုင်းယွန်း များ၏ပုံစံ
အနားယူအမြှေးပါးအလားအလာအားဖြင့်တည်သော cal gradient (ကြည့်ပါ
p ၃၁) ။ မည်သို့ပင်ဆိုစေ၊ ဤ hyperpolarization သေးသေးလေးသည်၎င်းကိုလှုံ့ဆော်ပေးသည်
ပိုဝေးကွာတံခါးခုံကနေအမြှေးပါးအလားအလာ (• ပုံ
4-16b) သည် postsynaptic neuron ဖြစ်နိုင်ခြေကိုလျှော့နည်းစေသည်
အဆင့်သတ်မှတ်ချက်သို့ရောက်ရှိပြီးလုပ်ဆောင်ရန်အလားအလာတစ်ခုကိုရရှိလိမ့်မည်။ ဆိုလိုသည်မှာ၊
အမြှေးပါးသည်ယခုအခါစိတ်လှုပ်ရှားဖွယ်ရာနည်းပါးလာသည်
အနားယူရန်အလားအလာရှိသောအခါ excitatory input) mem-brane သည်ဤအခြေအနေများတွင်တားစီးခံရသည်ဟုဆိုသည်
postsynaptic ဆဲလ်၏ hyperpolarization သေးငယ်ခြင်းကို **in-** ဟုခေါ်သည် **။**
hibitory postsynaptic အလားအလာ (သို့) **IPSP**

subsynaptic membrane ၏ permeability ကို ei- သို့တိုးစေသည်။
ther K သည် + သို့မဟုတ် Cl ကို ။ ထွက်ပေါ်လာသောအိုင်းယွန်းလှုပ်ရှားမှုများသည်
postsynaptic neuron ၏ *hyperpolarization* သေးငယ် မှုအကြောင်း၊
ဆိုလိုသည်မှာ neuron ၏အတွင်းပိုင်းသည်အနည်းငယ်အနုတ်လက္ခဏာဖြစ်လာသည်။
P K + ပိုများလာ လျှင်၊ ပိုကောင်းသော positive စွဲချက်များသည်ဆဲလ်မှတဆင့်ထွက်သွားသည်
K + efflux သည်အတွင်း၌ပိုမိုအနုတ်လက္ခဏာများကျန်ရစ်စေသည်။ ၌

Cl ၂ အတွက်မူ ... ရှိသောဆဲလ်များတွင် အတိအကျဖြစ်သည် ... P ... တိုးလာ သည်ကိုမဖြစ်ပေါ်စေပါ
ထုတ်လုပ်ရန်မောင်းနှင်အားမရှိသောကြောင့် hyperpolarization
လှုပ်ရှားမှု။ ဤဆဲလ်များအတွင်းရှိ Cl ၂ လိုင်းများကို ဖွင့်လှစ် ရန်လိုသည်
ဖြစ်နိုင်ချေကိုအနားယူရန်အမြေးပါးကိုထိန်းထားပါ
အဲဒီသတ်မှတ်ချက်ကိုရောက်လိမ့်မယ်။

စာမျက်နှာ ၅

EPSPs နှင့် IPSPs များကိုဖွင့်ခြင်းဖြင့်ထုတ်လုပ်သည်ကိုသတိပြုပါ
ဓာတုဗေဒကန့်သတ်ထားသောချန်နယ်များ၊ ၎င်းသည်လုပ်ဆောင်နိုင်သောအလားအလာများနှင့်မတူပါ
ဗို့အားတံခါးများဖွင့်ခြင်းဖြင့်ထုတ်လုပ်သည်။

▲ TABLE 4.2

တစ်ချို့ကအဖြစ်များတယ် Neurotransmitters များ

Acetylcholine	Histamine
Dopamine	Glycine
Norepinephrine	Glutamate
Epinephrine	Aspartate
Serotonin	Gamma-aminobutyric အက်ဆစ် (GABA)

neurotransmitter – receptor တစ်ခုစီပေါင်းစပ်သည် တူညီတဲ့တုန့်ပြန်မှုကိုအမြဲထုတ်ပေးတယ်။

အတော်များများကကွဲပြားခြားနားသောဓာတုပစ္စည်း neurotransmitters (အဖြစ်အစေခံ ▲ ဇယား ၄-၂) ။ neurotransmitters များသည် synapse မှ syn သို့ကွဲပြားသော်လည်း apse၊ တူညီသော neurotransmitter ကိုအမှန်တစ်ခုတွင်အမြဲတမ်းထုတ်လွှတ်သည်။ lar synapse ဖြစ်သည်။ ထို့အပြင်၊ သတ်မှတ်ထားသော synapse တစ်ခုတွင် neu- ၏စည်းနှောင်မှု ၎င်း၏သင့်တော်သော subsynaptic receptor-channels များနှင့် rotransmitter စိမ့်ဝင်မှုနှင့်ရလဒ်တို့၌တူညီသောအပြောင်းအလဲအမြဲဖြစ်ပေါ်စေသည် postsynaptic အမြှေးပါး၏အလားအလာအပြောင်းအလဲ။ ဆိုလိုသည်မှာ၊ ပေးထားသော neurotransmitter နှင့် receptor ပေါင်းစပ်မှုသည်တုံ့ပြန်မှုဖြစ်သည် အမြဲအတူတူ၊ ပေါင်းစပ်မှုသည် EPSP ကိုမထုတ်ပေးပါ အခြေအနေတစ်ခုနှင့်အခြားတစ်ခုတွင် IPSP အချို့က rotransmitters (ဥပမာ *glutamate*၊ အဖြစ်များဆုံးသော ဦး နှောက်ရှိ citatory neurotransmitter) သည်ပုံမှန်အားဖြင့်ဖြစ်ပေါ်သည် EPSP များ၊ အခြားသူများ (ဥပမာ၊ *gamma-aminobutyric acid)* သို့မဟုတ် ဦး နှောက်၏အဓိက inhibitory neurotransmitter) *GABA (* အမြဲ) IPSPs ကိုဖြစ်ပေါ်စေသည်။ အခြား neurotransmitters များ (ဥပမာ *norepi- nephrine*) သည်အတော်လေးအပြောင်းအလဲများပြီး *synps* တစ်ခုတွင် EPSP များ၊ မတူညီသော synapse တွင် IPSP များ၊ ဆိုလိုသည်မှာကွဲပြားခြားနားသော permeability ပြောင်းလဲမှု postsynaptic အာရုံခံအာရုံကြောအပြောင်းအလဲများသည်တုံ့ပြန်မှုကိုဖြစ်ပေါ်စေနိုင်သည် တူညီသော neurotransmitter ကို subsynaptic သို့ချိတ်သည် ကွဲပြားခြားနားသော postsynaptic အာရုံခံများ၏ receptor-channel များ

အချိန်အများစုတွင် axon terminal တစ်ခုစီသည် neu တစ်ခုသာထုတ်လွှတ်သည် rotransmitter မှ သို့သော်မကြာသေးမီကအထောက်အထားအချို့ကထောက်ပြသည် ကွဲပြားခြားနားသော neurotransmitters နှစ်ခုကိုတစ်ပြိုင်နက်တည်းထုတ်လွှတ်နိုင်သည်။ တစ်ခုတည်းသော axon terminal မှအနီးကပ် ဥပမာ *glycine* နှင့် ဂါဘမြို့သား , inhibitory တုံ့ပြန်မှုထုတ်လုပ်ရန်နှစ်ဦးစလုံးရာ၏, နိုင်ပါတယ် ထုပ်ပိုးပြီးတူညီသော synaptic vesicles များမှထုတ်လွှတ်သည်။ သိပ္ပံ tid သည်လျင်မြန်သော glycine နှင့်ပိုမိုနှေးကွေးစွာလုပ်ဆောင်သည်ဟုခန့်မှန်းသည် GABA ကိုထည့်သွင်းခြင်းဖြင့်လှုပ်ရှားမှုကိုထိန်းချုပ်ရာတွင်အချင်းချင်းအားဖြည့်ပေးနိုင်သည် တိကျသောအချိန်ပေါ်မူတည်သည်၊ ဥပမာညှိနှိုင်းခြင်း ရှုပ်ထွေးသောလှုပ်ရှားမှုများ

Neurotransmitters များသည်လျင်မြန်သည် synaptic cleft မှဖယ်ရှားလိုက်သည်။

neurotransmitter သည် receptor နှင့်ဆက်နွယ်နေသရွေ့ channels, alteration in membrane permeability တွင်တာဝန်ရှိသည် EPSP သို့မဟုတ် IPSP အတွက်ဆက်လုပ်သည်။ postsynaptic neuron အတွက် တူညီသို့မဟုတ်အခြားထံမှနောက်ထပ်မက်ဆေ့ချ်များလက်ခံရန်အဆင်သင့်ဖြစ်ပါစေ presynaptic သွင်းအားစုများ၊ neurotransmitter ကိုသက်ဝင်စေခြင်းသို့မဟုတ်လုပ်ဆောင်ပြီးနောက် ၎င်းကိုထုတ်လုပ်ပြီးနောက် postsynaptic cleft မှဖယ်ရှားသည် postsynaptic neuron ၌သင့်တော်သောတုံ့ပြန်မှု ဆိုလိုသည်မှာ၊ the postsynaptic“ slate” ကို“ သန့်ရှင်းအောင်သုတ်ရမည်” ထို့ကြောင့်ပေါင်းစပ်ပြီးနောက် postsynaptic receptor-channel, chemical transmit- များနှင့်ပေါင်းခြင်း၊ ters များကိုဖယ်ရှားပြီးတုံ့ပြန်မှုကိုရပ်စဲသည်။

များစွာသောယန္တရားများသည် neurotransmitter ကိုဖယ်ရှားနိုင်သည် synaptic cleft မှပျံ့လွင့်ခြင်းဖြစ်နိုင်သည်။ subsynaptic အမြှေးပါးအတွင်း cific အင်ဇိုင်းများ (သို့) တက်ကြွစွာနေပါ သယ်ယူပို့ဆောင်ရေးယန္တရားများဖြင့် axon terminal သို့ပြန်လည်ခေါ်ဆောင်သွားသည် presynaptic အမြှေးပါး၌။ neurotransmitter သည်တစ်ချိန်ကဖြစ်သည် ပြန် ယူ၍ ၎င်းကိုသိမ်းထားနိုင်ပြီးနောက်တစ်ကြိမ်ပြန်ထုတ်နိုင်သည်။ စက်ဘီးစီးခြင်း) သည်နောက်ဆက်တွဲဖြစ်နိုင်ချေရှိသောလုပ်ဆောင်ချက်သို့မဟုတ်တုံ့ပြန်မှုကိုလုပ်ပါ

synaptic အဖုအတွင်းမှအင်ဇိုင်းများဖြင့်ဖျက်ဆီးသည်။ နည်းလမ်း အလုပ်ခန့်အပ်မှုသည်အထူး synapse ပေါ်မူတည်သည်။

အချို့သောဆေးဝါးများသည်အစက်အပြောက်များကိုဖယ်ရှားရာတွင်အနှောင့်အယှက်ဖြစ်စေသည်။ synapses များမှ cific neurotransmitters များ ဥပမာ, **selective serotonin reuptake inhibitors (SSRIs)** ကဲ့သို့ ၊ သူတို့၏အမည်မှာ *serotonin* ပြန်လည်ရယူခြင်းကိုရွေးချယ်ပိတ်ဆို့သည် presynaptic axon terminal များထဲသို့လုပ်ဆောင်ခြင်းအားဖြင့်၎င်းကိုကြာရှည်စေသည် ဒီ messenger ကိုသုံးတဲ့ synapses တွေမှာဒီ neurotransmitter အကြောင်း *Prozac* နှင့် *Paxil* ကဲ့သို့ SSRIs များကိုအစာကြေဆေးများကုသရန်သတ်မှတ်သည်။ ... serotonin ချို့တဲ့ခြင်းဖြင့်သွင်ပြင်လက္ခဏာရှိသည် အခြားအရာများ။ Serotonin သည်အာရုံကြောလမ်းကြောင်းများတွင်ပါ ဝ င်သည် စိတ်နေစိတ်ထားနှင့်အပြုအမူကိုထိန်းညှိပါ။

ကြီးမြတ် postsynaptic အလားအလာ လှုပ်ဆောင်ချက်များ၏ပေါင်းလဒ်ပေါ်မူတည်သည် presynaptic သွင်းအားစုအားလုံးမှ

EPSPs နှင့် IPSP များသည်အလားအလာကောင်းများကိုအဆင့်သတ်မှတ်ထားသည်။ လုပ်ဆောင်ချက်နဲ့မတူတာက အားလုံးသို့မဟုတ်တစ်ခုမှမရှိသောဥပဒေနှင့်အညီပြုမူသော၊ အလားအလာများသည်ပမာဏအားဖြင့်ကွဲပြားနိုင်သည်၊ ရုန်းအားမရှိသော၊ ... ပေါင်းနိုင်သည် (အချင်းချင်းအပေါ်တွင်ပေါင်းထည့်နိုင်သည်) ဘာလဲ အနှစ်ချုပ်ခြင်း၏ယန္တရားများနှင့်အရေးပါပုံများလား။

synapse တစ်ခုတည်းတွင်ဖြစ်ပေါ်သောအဖြစ်အပျက်များသည်တခုခုဖြစ်ပေါ်စေသည် EPSP သို့မဟုတ် postsynaptic neuron တွင် IPSP အဲ့လိုတစ်ခုတည်းပါ EPSP သည် postsynaptic neuron ကိုအဆင့်သို့ရောက်စေရန်မလုံလောက်ပါ။ ဟောင်းနွမ်းနေပြီး IPSP သည်၎င်းကိုတံခါးခုံနှင့် ပို၍ ဝေးအောင်မည်သို့ရွှေ့နိုင်သနည်း postsynaptic neuron တွင်လုပ်ဆောင်ချက်တစ်ခုအလားအလာရှိလား။ ဟိ အဖြေသည်ပုံမှန် presynaptic သွင်းအားစုထောင်ပေါင်းများစွာတွင်ရှိသည် အာရုံကြောဆဲလ်ခန္ဓာကိုယ်သည်အခြားအာရုံခံများစွာမှလက်ခံသည်။ အချို့ ဤ presynaptic သွင်းအားစုများသည်အာရုံခံသတင်းအချက်အလက်များသယ်ဆောင်လာနိုင်သည် ... ဝန်းကျင်မှ; အချို့သည်ပြည်တွင်းအပြောင်းအလဲများကိုအချက်ပြနေနိုင်သည် ... ချိန်ခွင်လျှာ၌; အခြားသူများအချက်ပြမှုများကိုထုတ်လွှင့်နိုင်သည် ဦး နှောက်ရှိထိန်းချုပ်ရေးဌာနများမှ အခြားသူများလည်းရောက်လာနိုင်သေးသည် အခြားသတင်းအချက်အလက်များသယ်ဆောင်လာသည်။ မည်သည့်အချိန်မည်သည့်နံပါတ်၊ ဤ presynaptic neurons (ရာပေါင်းများစွာ) ဖြစ်နိုင်သည် ပစ်ခတ်ခြင်းကြောင့် postsynaptic neuron ၏အဆင့်ကိုလွှမ်းမိုးစေသည် လှုပ်ရှားမှု။ postsynaptic neuron တွင်စုစုပေါင်းအလားအလာ၊ **grand postsynaptic potential (GPSP)** သည်အားလုံးပေါင်းစပ်ထားသည် EPSPs နှင့် IPSPs များသည်ခန့်မှန်းခြေအားဖြင့်တစ်ချိန်တည်းတွင်ဖြစ်ပေါ်သည်။

postsynaptic neuron ကိုအဆင့်အားဖြင့်ယူနိုင်သည် ... စေ ခေတ္တယာယီ *summation* သို့မဟုတ် *Spatial summation* ။ ရုပ်ပုံဖြင့်ဖော်ပြရန် ဤအနှစ်ချုပ်နည်းလမ်းများ၊ ဖြစ်နိုင်ချေရှိသောဖြစ်နိုင်ချေများကိုဆန်းစစ်ပါမည်။ presynaptic သွင်းအားစုသုံးခု - စိတ်လှုပ်ရှားဖွယ်သွင်းအားစုနှစ်ခု ... နှင့် inhibitory input တစ်ခု (In1)- hypotheti တစ်ခုတွင်

စာမျက်နှာ ၆

ကယ်လိုရီ postsynaptic အာရုံခံဆဲလျ (• ပုံ 4-17) ။ မှတ်တမ်းတင်ပြသခဲ့သည် ပုံတွင် postsynaptic ဆဲလ်၌အလားအလာကိုကိုယ်စားပြုသည်။ ဤရိုးရှင်းသောဗားရှင်းနှင့် ပတ်သက်၍ ကျွန်ုပ်တို့၏ဆွေးနွေးမှုအတွင်းသတိပြုပါ synapses ပေါင်းထောင်ပေါင်းများစွာသည်အမှန်တကယ်တွင်အပြန်အလှန်ဆက်သွယ်နေကြသည် ဆဲလ်တစ်ခုတည်းနှင့်၎င်း၏ dendrites အပေါ်တူညီသောနည်းလမ်း

ယာယီသုံးသပ်ချက် Ex1 မှာလုပ်ဆောင်ချက် **တစ်ခုရှိတယ်** ဆိုပါစို့။ postsynaptic neuron တွင် EPSP ဖြစ်စေသော tential ဖြစ်သည်။ ပြီးနောက် အခြား EPSP တစ်ခုဖြစ်ပေါ်လာပါကဤ EPSP သည်သေဆုံးသွားသည်

စိတ်လှုပ်ရှားစရာ ဖြစ်လျှင် **ဆက်တိုက် EPSPS နှင့် IPSPS** ကိုဖျက်သိမ်းခြင်း atory နှင့် inhibitory input ကိုတစ်ပြိုင်နက်တည်းလုပ်ဆောင်သည် တစ်ပြိုင်နက်တည်း EPSP နှင့် IPSP သည်တစ်ခုနှင့်တစ်ခုပယ်ဖျက်သည်ထက်ပိုနည်းသည်။ ... ၏အတိုင်းအတာသည်၎င်းတို့၏သက်ဆိုင်ရာကြီးပြင်းမှုပေါ်တွင်မူတည်သည်။ tudes ။ ကိစ္စအများစုတွင် postsynaptic အမြှေးပါးသည်ပြန်လည်ဖြစ်နိုင်ခြေရှိသည်။ mains သည်အနားယူရန်နီးစပ်သည် (• ပုံ 4-17d) ။

POSTSYNAPTIC အာရုံခံသမာဓိအရေးကြီးပုံ အဆိုပါ GPSP ၏ပြင်းအားသည်လုပ်ငန်းအားလုံး၏ပေါင်းလဒ်ပေါ်မူတည်သည်

Ex1 သည်မသေဆုံးမီတွင်ညီသောပြင်းအား EPSP တစ်ခုဖြစ်ပေါ်သည့်
ချွတ် (• ပုံ 4-17a) နောက်တစ်ခု၊ Ex1 မှာလုပ်ဆောင်ချက်နှစ်ခုရှိတယ်ဆိုပါစို့
အနီးကပ်ဆက်ခံ (မှာရှိတဲ့အလားအလာ • ပုံ 4-17b) ။ ပထမဆုံး ac-
Ex1 ၌အလားအလာသည် postsynaptic တွင် EPSP ကိုထုတ်လုပ်သည်
အမြေးပါး။ postsynaptic အမြေးပါးသည်သေးငယ်နေသော်လည်း
၎င်းပထမ EPSP မှဒုတိယမြောက်လုပ်ဆောင်ချက်မှလုံး ဝ ဖြန့်ချလိုက်သည်။
Ex1 တွင် tential သည်ဒုတိယ EPSP ကိုထုတ်လုပ်သည်။ အဆင့်သတ်မှတ်ချက်ကြောင့်
tentials တွေမှာ refractory period မရှိဘူး၊ ဒုတိယ EPSP လုပ်နိုင်တယ်
အမြေးပါးကိုတံခါးခုံသို့ရောက်အောင်အရင်ထည့်ပါ။
postsynaptic neuron တွင်လုပ်ဆောင်မှုအလားအလာတစ်ခုကိုချိတ်ဆွဲထားသည်။ EPSP နှစ်ခု
EPSP တစ်ခုထက်ပိုကြာသောကြောင့် ပေါင်း၍ ပေါင်းနိုင်သည်
ဖြစ်ပေါ်လာစေသောလုပ်ဆောင်ချက်အလားအလာ presynaptic အာရုံခံစနစ်
(Ex1) သည်၎င်း၏ရုန်းအားကာလမှပြန်လည်ကောင်းမွန်နိုင်သည်
ပထမလုပ်ဆောင်မှုအလားအလာနှင့်ဒုတိယလုပ်ဆောင်မှုအလားအလာရှိသည်
၎င်းမတိုင်မီ postsynaptic neuron ၌ဒုတိယ EPSP ကိုဖြစ်ပေါ်စေသည်
ပထမ EPSP ပြီးပါပြီ။

အလွန်နီးကပ်စွာဖြစ်ပေါ်နေသော EPSP များစွာကိုပေါင်းခြင်း
တစ်ခုတည်းသောသမ္မတအဆက်ဆက်၏ပစ်ခတ်မှုကြောင့်အချိန်မီရောက်သည်။
aptic neuron ကို **temporal summation** (*tempus*) ဟုခေါ်သည်
"အချိန်" ကိုဆိုလိုသည်။) လက်တွေ့တွင် EPSP ၅၀ အထိလိုအပ်နိုင်သည်
postsynaptic အမြေးပါးကိုအဆင့်သို့ရောက်စေသည်။ လုပ်ဆောင်ချက်တိုင်း
presynaptic neuron တစ်ခုတည်း၌အလားအလာရှိသောအရာများကိုအစပျိုးသည်
synaptic vesicles အချို့၏အရေအတွက် neu- ပမာဏ
rotransmitter ကိုထုတ်လွှတ်လိုက်ပြီးရလဒ်၏ပြင်းအားကိုဖော်ပြသည်
postsynaptic အလားအလာအပြောင်းအလဲသည်ထို့ကြောင့်တိုက်ရိုက်ဆက်စပ်သည်
presynaptic လုပ်ဆောင်မှုအလားအလာများ၏ကြိမ်နှုန်း တစ်လမ်းဝင်လိုက်သည်
postsynaptic အမြေးပါးကိုအစသို့ရောက်စေနိုင်သည်။
ထို့ကြောင့်အဟောင်းသည် single တစ်ခုမှအလျင်အမြန်ထပ်တလဲလဲလှုံ့ဆော်မှုကိုဆိုလိုသည်
အဆက်မပြတ် input ကို။

SPATIAL SUMMATION မှာဘာတွေဖြစ်လာမလဲဆိုတာ ကြည့်ကြစို့
စိတ်လှုပ်ရှားစေသောသွင်းအားစုနှစ်ခုစလုံးကိုနှိုးဆွပေးလျှင် postsynaptic neuron
တစ်ပြိုင်နက်တည်း (• ပုံ 4-17c) လုပ်ဆောင်ချက်တစ်ခုအတွက်အလားအလာသည်အတူတကွ
Ex1 သို့မဟုတ် Ex2 သည် postsynaptic neuron တွင် EPSP တစ်ခုထုတ်လုပ်လိမ့်မည်
သို့သော်၎င်းအရာတခုတည်းသည်အမြေးပါးကိုတိုးစေသည်။
postsynaptic လုပ်ဆောင်မှုအလားအလာကိုရယူရန်အသက်ကြီးသည်။ ဒါပေမယ့်တစ်ပြိုင်နက်တည်း
Ex1 နှင့် Ex2 ရှိလုပ်ဆောင်နိုင်သောအလားအလာများသည် EPSP များကိုပေါင်းထည့်သည်
postsynaptic အမြေးပါးကိုတံခါးခုံသို့ရောက်စေသည်၊
ထို့ကြောင့်လုပ်ဆောင်ချက်အလားအလာတစ်ခုပေါ်ပေါက်လာသည်။ EPSPs ၏အချိန်မှန်
ကွဲပြားခြားနားသော presynaptic များစွာမှတစ်ပြိုင်နက်တည်းပေါ်ပေါက်လာသည်
သွင်းအားစုများ (ဆိုလိုသည်မှာ“ အာကာသ” ရှိကွဲပြားသောအချက်များမှ) ကိုခေါ်သည်
spatial summation လုပ်ဆောင်မှုအလားအလာတစ်ခုကိုထုတ်ယူရန်ဒုတိယနည်းလမ်း
ထို့ကြောင့် postsynaptic ဆဲလ်တစ်ခုတွင်တစ်ပြိုင်နက်လုပ်ဆောင်မှုမှတဆင့်
စိတ်လှုပ်ရှားဖွယ်သွင်းအားစုများစွာကိုဖန်တီးသည်။ တစ်ဖန်လက်တွေ့တွင် ၅၀ မှ ၅၀ ထိ
postsynaptic ကိုသယ်ဆောင်ရန်လူများစွာ EPSPs လိုအပ်သည်
အမြေးပါး

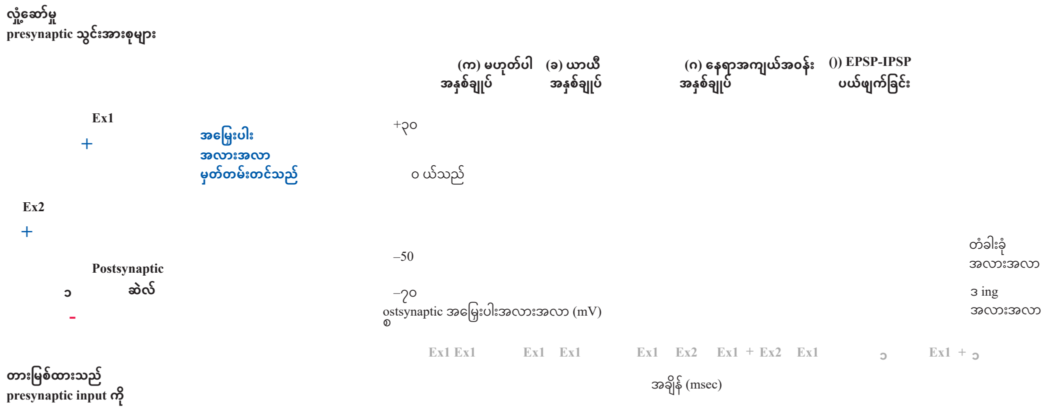
ထို့အတူ IPSP များသည်ယာယီနှင့်နေရာဒေသနှစ်ခုလုံးကိုဖြစ်ပေါ်စေနိုင်သည်
အနှစ်ချုပ် IPSPs များပေါင်းစည်းလာသည်နှင့်အမျှ၎င်းတို့သည်တဖြည်းဖြည်းတိုးလာသည်
ဖြစ်နိုင်ချေကိုတံခါးခုံမှအဝေးသို့ရွှေ့ပါ။

presynaptic သွင်းအားစုများနှင့်အလည့်အပြောင်းသည်ဆုံးဖြတ်သည်
postsynaptic neuron သည်ဖြတ်ကျော်ရန်အလားအလာရှိသောလုပ်ဆောင်မှုတစ်ခုကိုခံရလိမ့်မည်
ဦး နှောက်အာရုံကြောများရပ်တန့်သွားသောဆဲလ်များသို့သတင်းအချက်အလက်
အောက်ပါပိုမိုကြီးမားသောလက်တွေ့ဘ ဝ ဥပမာသည်အောက်ပါတို့ကိုဖော်ပြသည်
၎င်းအာရုံကြောပေါင်းစည်းမှု၏အကျိုးကျေးဇူးများ ရှင်းပြချက်မဟုတ်ပါ
နည်းပညာအရလုံးဝတိကျသော်လည်း summa ၏အခြေခံမူများ
အချက်များသည်တိကျသည်။

ဆီးသွားခြင်းကိုထိန်းချုပ်သည်ဟုရိုးရှင်းစွာယူဆပါ
ဆီးအိမ်ကိုအတွင်းပိုင်းထိစေသော postsynaptic neuron
ဆီးအိမ်ထဲမှာဆီးတွေထွက်လာတဲ့အခါဆီးအိမ်ကကျုံ့လာတယ်။ (အမှန်တော့ volun-
ဆီးသွားခြင်းကိုထိန်းချုပ်သောအရာသည် postsynaptic ရည်ရွယ်ချက်ဖြင့်ပြီးမြောက်သည်။
ပြင်ပ urethral sphincter ကိုထိန်းချုပ်သော neuron တွင် gration
ဆီးအိမ်ထက်အလိုအလျောက်ပိုများသည်။) ဆီးအိမ်သည်ဆီးနှင့်ပြည့်လာသည်
ဆန့်ထုတ်လိုက်သည်နှင့်အဆုံးစွန်သောတုံ့ပြန်မှုကိုစတင်လိုက်သည်။
duces EPSPs ကိုဖြစ်စေတဲ့အတွက်တာဝန်ရှိတဲ့ postsynaptic neuron ထဲမှာ
ဆီးအိမ်ကျုံ့ခြင်း။ ဆီးအိမ်တစ်ခြမ်းဖြည့်ခြင်းသည်မဖြစ်စေပါ
ဦး နှောက်အာရုံခံအာရုံခံအာရုံခံကိုရိုယာကိုခေါ်ဆောင်ရန်လုံလောက်သောစိတ်လှုပ်ရှားမှုကြောင့်ဆီးသွားခြင်း၊
နေရာမယူပါဘူး။ ဆိုလိုသည်မှာလုပ်ဆောင်ချက်အလားအလာများမဖြစ်ပေါ်ပါ
presynaptic neuron Ex1 တွင်လုံလောက်စွာမကြာခဏလောင်ကျွမ်းစေသော၊
ဆီးအိမ်ဆန့်ခြင်းအဆင့်သို့ပျော့ပြောင်းစွာတုံ့ပြန်ခြင်း
EPSPs များသည် postsynaptic neuron ၌လုံလောက်စွာနီးကပ်စွာစားသည်
နောက်ဆုံးအစကိုတံခါးခုံသို့ယူပါ (• ပုံ ၄-၁၇ က) ။ ဆီးအိမ်အဖြစ်
ဖြည့်စွက်ခြင်း၊ လုပ်ဆောင်နိုင်ခြေအလားအလာများတိုးတက်နှုန်း
presynaptic neuron Ex1 ကိုသိသိသာသာတိုးလာစေပြီးပိုများလာတယ်
postsynaptic neuron တွင် EPSPs များလျင်မြန်စွာဖွဲ့စည်းခြင်း။ ဒါကြောင့်
Ex1 လှုပ်ရှားမှုအချက်ပြများမှ EPSP ဖွဲ့စည်းခြင်းကြိမ်နှုန်း
ဆီးအိမ်ဖြည့်သည့်အတိုင်းအတာ၏ postsynaptic neuron ဘယ်တော့လဲ
ဆီးအိမ်သည် Ex1- လုံလောက်စွာဆွဲဆန့်လာသည်။
ထုတ်ပေးသော EPSP များကိုယာယီအားဖြင့်အဆင့်သတ်မှတ်သည်
postsynaptic neuron သည်လှုံ့ဆော်သောလုပ်ဆောင်မှုအလားအလာတစ်ခုကိုရရှိသည်။
lates ဆီးအိမ်ကျုံ့ (• ပုံ 4-17b) ။

ဆီးသွားခြင်းအချိန်မလုံလောက်လျှင်ကော။
အဆင့်မြင့်သောအဆင့်မြင့်တွင်ဖြစ်ပေါ်သော Presynaptic သွင်းအားစု
ဆန္ဒအလျောက်ထိန်းချုပ်မှုအတွက်ပံ့ပိုးနိုင်သော IPSPs များသည် blad
der postsynaptic neuron (• ပုံ 4-17d ၌ In1) ၎င်း "volun-
tary" IPSPs တို့ကသက်ရောက်သော“ reflex” EPSPs များကိုပယ်ဖျက်သည်
ဆီးအိမ်သည် Ex1 ထို့ကြောင့် postsynaptic neuron ပြန်လည်
mains မှာ resting potential နဲ့ action potential မရှိ၊
ထို့ကြောင့်ဆီးအိမ်သည်ကျုံ့ခြင်းနှင့်ဆီးထွက်ခြင်းတို့မှကာကွယ်ပေးသည်
ပြည့်နေသော်လည်း
လူတစ် ဦး ၏ဆီးအိမ်သည်တစ်စိတ်တစ်ပိုင်းသာဖြည့်ပေးလျှင်ဘာဖြစ်မလဲ
ထိုအရင်းအမြစ် (Ex1) မှ presynaptic input ကိုယူဆောင်ရန်မလုံလောက်ပါ
postsynaptic neuron သည်ဆီးအိမ်ကိုဆန့်ကျင်ဘက်ဖြစ်စေရန်တံခါးခုံသို့
ဆီးအိမ်သည်သူမအတွက် labora အတွက်ဆီးနမူနာတစ်ခုလိုအပ်သည်။
tory ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာ? လူတစ် ဦး သည်အခြားစိတ်လှုပ်ရှားမှုကိုမိမိဆန္ဒအလျောက်စတင်နိုင်သည်။
ပိုမိုမြင့်မားသော ဦး နှောက်အဆင့်များမှဆင်းသက်လာသော atory presynaptic neuron (Ex2
အတွက် •) ပုံ 4-17c ။ Ex2 မှဖြစ်ပေါ်လာသော“ ဆန္ဒအလျောက်” EPSP များ
လုပ်ဆောင်မှုမှဖြစ်ပေါ်လာသော“ reflex” EPSPs များသည်
postsynaptic အာရုံခံအာရုံခံစနစ်ကိုအမြင့်ဆုံးသို့ရောက်စေရန်နေရာအကျယ်အဝန်း

စာမျက်နှာ ၇



(က) postsynaptic ဆဲလ်တွင်ပထမ EPSP သေဆုံးသွားပြီးနောက်ဒုတိယအကြိမ်လှုံ့ဆော်သော presynaptic input (Ex1) ကိုဒုတိယအကြိမ်နှိုးဆွပေးလျှင်၊
တူညီသောပြင်းအားရှိဒုတိယ EPSP ဖြစ်ပေါ်လိမ့်မည်။

(ခ) သို့ရာတွင် Ex1 ကိုပထမ EPSP မသေဆုံးမီဒုတိယအကြိမ်နှိုးဆွလျှင်ဒုတိယ EPSP သည်ပေါင်းထည့်မည်၊ သို့မဟုတ်ပေါင်းမည်။
ပထမ EPSP သည် postsynaptic ဆဲလ်ကိုအဆင့်သို့ရောက်စေနိုင်သော ယာယီ ပေါင်းစပ် မှုဖြစ်ပေါ်စေသည် ။

(ဂ) postsynaptic ဆဲလ် ကိုတစ်ပြိုင်နက်တည်းစတင်သော EPSPs ၏ နေရာအကျယ်အဝန်း အားဖြင့်အဆင့်သို့ပို့ဆောင် နိုင်သည်။
နှစ်ခု (Ex1 နှင့် Ex2) နှစ်ခုထက်ပိုသောစိတ်လှုပ်ရှားဖွယ် presynaptic သွင်းအားစုများကိုဖွင့်ပါ။

()) excitatory (Ex1) နှင့် inhibitory (In1) presynaptic input ကိုတစ်ပြိုင်နက်တည်းလုပ်ဆောင်ခြင်းသည် postsynaptic အလားအလာကိုမပြောင်းလဲစေပါ။
အကြောင်းမှာထွက်ပေါ်လာသော EPSP နှင့် IPSP တို့သည်တစ်ခုနှင့်တစ်ခုပယ်ဖျက်ခြင်းကြောင့်ဖြစ်သည်။

• **ပုံ ၄-၁၇ ac ၏ပေါင်းခြင်းဖြင့်ကြီးကျယ်သော postsynaptic အလားအလာကိုဆုံးဖြတ်ခြင်း**
presynaptic သွင်းအားစုများတွင်ကာကွယ်မှု စိတ်လှုပ်ရှားစေသောအရာ (Ex1 နှင့် Ex2) နှစ်ခုနှင့်တားဆီးနိုင်သောအရာ (In1) တစ်ခု
synaptic inputs များသည်၎င်း hypothetical postsynaptic neuron တွင်အဆုံးသတ်သည်။ Postsyn ၏အလားအလာ
aptic neuron ကိုမှတ်တမ်းတင်နေသည်။ ပုံတွင်ရိုးရှင်းစေရန် EPSP နှစ်ခု၏အနှစ်ချုပ်သည်ယူဆောင်လာသည်

postsynaptic neuron သည်တံခါးခုံသို့ရောက်သော်လည်း EPSP အများအပြားသည်အဆင့်သို့ရောက်ရန်ပေါင်းရပါမည်။

အဟောင်း ၎င်းသည်လှုံ့ဆော်ရန်လိုအပ်သောလုပ်ဆောင်မှုအလားအလာများကိုအောင်မြင်လိမ့်မည် ဆီးအိမ်မပြည့်သော်လည်းဆီးအိမ်ကျုံ့သည်။

ဤဥပမာသည် postsynaptic neu- ၏အရေးပါပုံကိုဖော်ပြသည်။ ronal ပေါင်းစည်းမှု။ postsynaptic neuron တစ်ခုစီသည်" com" သဘောအရ putes" သည်လက်ခံရရှိသောအရာအားလုံးနှင့် ပတ်သက်၍" ဆုံးဖြတ်ချက်" ချသည် သတင်းအချက်အလတ်ကိုလွှဲပြောင်းပေးသလား၊ ဆိုလိုသည်မှာ၊ ရောက်သည်နှင့်လုပ်ဆောင်ချက်အလားအလာတစ်ခုကို axon သို့ဖြန့်သည်။) ဤနည်းအားဖြင့်အာရုံခံဆဲလ်များသည်ရှုပ်ထွေးသောတွက်ချက်ရေးကိရိယာများအဖြစ်လုပ်ဆောင်သည် ပေါင်းစည်းခြင်း။ dendrites များသည်အဓိကပရိုဆက်ဆာများအဖြစ်လုပ်ဆောင်သည် ဝင်လာသောသတင်းအချက်အလက် သူတို့ကအားလုံးဆီကအချက်ပြတွေကိုလက်ခံပြီး၏ excitatory နှင့် inhibitory presynaptic အာရုံခံ။ neuron တစ်ခုချင်းစီ၏အထွက်ပုံစံဖြစ်သည် အခြားဆဲလ်များ (ကြွက်သားဆဲလ်များ၊ ဂလင်းများသို့) လုပ်ဆောင်နိုင်မှုကြိမ်နှုန်း ဆဲလ်များ (သို့) အခြားအာရုံခံဆဲလ်များ) သည်လုပ်ဆောင်မှုဟန်ချက်ကိုထင်ဟပ်စေသည်။ ၎င်းသည်အခြားထောင်ပေါင်းများစွာမှ EPSPs သို့မဟုတ် IPSPs များမှတဆင့်လက်ခံသည် ၎င်းပေါ်တွင်အဆုံးသတ်သော neurons များ postsynaptic neuron filter တစ်ခုစီ ၎င်းကိုယူဆောင်ရန်လုံလောက်သောသိသာထင်ရှားသည့်အချက်အလက်များမထုတ်ပါက တံခါးခုံနှင့်၎င်းကိုကျော်မသွားပါ။ လုပ်ဆောင်ချက်တိုင်းမှာအလားအလာရှိလာရင် presynaptic neuron တစ်ခုစီသည် postsyn တစ်ခုအပေါ်သက်ရောက်မှုရှိသည်။ aptic neuron သည် postsynap- တွင်လုပ်ဆောင်မှုအလားအလာတစ်ခုကိုဖြစ်စေသည် tic neuron၊ အာရုံကြောလမ်းကြောင်းများဖြင့်ရှုပ်နေလိမ့်မည် အသေးအဖွဲ စိတ်လှုပ်ရှားဖွယ် presynaptic အချက်ပြအားဖြင့်သာအားဖြည့်ပေးမှသာ Summation မှတဆင့်အခြားအထောက်အပံ့အချက်ပြများသည်သတင်းအချက်အလက်

ပါလိမ့်မယ်။ ထို့ပြင် EPSPs နှင့် IPSPs တို့၏အပြန်အလှန်ဆက်သွယ်မှု အချက်တစ်ခုအားအခြားတစ်ခုကိုနှိမ်ရန်နည်းလမ်းတစ်ခုကိုထောက်ပံ့ပေးသည်၊ ခွင့်ပြုသည် ခွဲခြားဆက်ဆံခြင်းနှင့်ထိန်းချုပ်ခြင်းအဆင့်တို့တွင်အဘယ်အရာကိုဆုံးဖြတ်သည် သတင်းအချက်အလက်များလက်ဆင့်ကမ်းလိမ့်မည်။ ထို့ကြောင့်လျှပ်စစ်သံလိုက်နှင့်မတူပါ။ apse၊ ဓာတု synapse သည်ရိုးရှင်းသောအဖွင့်အပိတ်ထက်ပိုများသည် အကြောင်းအရင်းများစွာသည် ac- အသစ်၏မျိုးဆက်ကိုလွှမ်းမိုးနိုင်သည်။ postsynaptic ဆဲလ်တွင်အလားအလာရှိသည်။ ပို့စ်တင်သည်ဖြစ်စေမတင်သည်ဖြစ်စေ synaptic ရောက်လာသည် လုပ်ဆောင်ချက်အလားအလာရှိသည်၊ ၎င်းပေါ်မူတည်သည် presynaptic neu- မှတဆင့် ဝ င်ရောက်လာသောသတင်းအချက်အလက်များ၏နှိုင်းယှဉ်ချိန်ခွင်လျှာ excitatory နှင့် inhibitory synapses အားလုံးတွင် rons ရှိသည်။

ကဲဒါဆိုဘာ့ကြောင့်အလားအလာရှိတဲ့လုပ်ဆောင်ချက်တွေကိုစတင်ခဲ့လဲဆိုတာကြည့်ရအောင် axon တောင်ကုန်း။

လုပ်ဆောင်နိုင်မှုအလားအလာများကို axon တွင်စတင်သည် အနိမ့်ဆုံးတံခါးခုံရှိသောကြောင့်တောင်ကုန်း။

အလားအလာအလားအလာသည် postsynaptic တစ်လျှောက်လုံးတူညီသည် neuron ။ axon hillock သည်အနိမ့်ဆုံးတံခါးခုံရှိသည်၊ ၎င်းကြောင့်ဤသည် ပိုအားကန့်သတ်ထားသော Na + ချန်နယ် များ၏သိပ်သည်းဆပိုများသည် neuron ရှိအခြားမည်သည့်နေရာတွင်မဆို ဤအကြောင်းကြောင့် axon သည် hillock သည် dendrites များထက်သိသိသာသာတုံ့ပြန်မှုပိုရှိသည် ဆဲလ်၏ကျန်ရှိသောခန္ဓာကိုယ်အတွက်အလားအလာအပြောင်းအလဲများ ကြောင့်ဖြစ်သည်

စာမျက်နှာ ၈

▲ TABLE 4-3

Classical Neurotransmitters နှင့် Neuropeptides ကိုနှိုင်းယှဉ်ပါ

ဝိသေသ	Classical Neurotransmitters များ	Neuropeptides
အရွယ်အစား	သေးငယ်သည် (အမိုင်နိုအက်ဆစ်တစ်မျိုးသို့မဟုတ်အလားတူဓာတုပစ္စည်း)	ကြီးမားသော (အမိုင်နိုအက်ဆစ် ၂ မှ ၄၀)
ပေါင်းစပ်မှုဆိုက်	synaptic အဖုစ်၏ Cytosol	ဆဲလ်တွင် Endoplasmic reticulum နှင့် Golgi ရှုပ်ထွေးသည် ခန္ဓာကိုယ်; axonal transport ဖြင့် synaptic knob သို့ရွှေ့သည်
သိုလှောင်ခန်း	axon terminal တွင် synaptic vesicles လေးများ	axon terminal တွင်ကြီးမားသောသိပ်သည်းသော vesicles များ
ဖြန့်ချိသည့်နေရာ	Axon ဂိတ်	Axon terminal ကို; အတူလွှတ်ပေးနိုင်ပါတယ် neurotransmitter ဖြစ်သည်
ဖြန့်ချိမှုပမာဏ	synapse ပေါ်မူတည်၍ ပြောင်းလဲနိုင်သည်	ဂန္ထဝင်ထက်အာရုံစူးစိုက်မှုအလွန်နိမ့်သည် neurotransmitter ဖြစ်သည်
အမြန်နှုန်းနှင့်ကြာချိန် လှုပ်ရှားမှု၏	လျင်မြန်၊ တိုတိုတုတ်တုတ်တုံ့ပြန်မှု	နှေးကွေး၊ ကြာရှည်တုံ့ပြန်မှု
လှုပ်ရှားမှုဆိုက်	Postsynaptic ဆဲလ်၏ Subsynaptic အမြှေးပါး	presynaptic (သို့) presynaptic (သို့) Nonsynaptic ဆိုဒ်များ postsynaptic ဆဲလ်
အကျိုးသက်ရောက်မှု	အများအားဖြင့် postsynaptic ဆဲလ်၏ဖြစ်နိုင်ခြေကိုပြောင်းလဲစေသည် သီးခြား ion channel များကိုဖွင့်ခြင်းဖြင့်	synaptic ထိရောက်မှုကိုရေရှည်အားဖြင့်ညှိပါ neurotransmitter ပေါင်းစပ်မှု (သို့) အပြောင်းအလဲများ postsynaptic receptors

ဒေသတွင်းလက်ရှိစီးဆင်းမှု၊ EPSP များသို့မဟုတ် IPSP များသည်မည်သည့်နေရာတွင်ဖြစ်ပေါ်သည် dendrites (သို့) ဆဲလ်ခန္ဓာကိုယ်သည် dendrites၊ ဆဲလ်တစ်လျှောက်ပျံ့နှံ့သည် ခန္ဓာကိုယ်နှင့် axon တောင်ကုန်း။ EPSPs များကိုပေါင်းသောအခါ၊ axon hillock ၏နိမ့်ဆုံးတံခါးသည်ပထမသို့ရောက်ရှိနေသော်လည်း၊ dendrites နှင့်ဆဲလ်ခန္ဓာကိုယ်သည်တူညီသောအလားအလာရှိနေဆဲဖြစ်သည်။ သူတို့၏ကိုယ်ပိုင်အောက်ဘက်၊ အလွန်မြင့်သောတံခါးများ ထို့ကြောင့်၊ လုပ်ဆောင်နိုင်မှုအလားအလာသည် axon hillock မှဆင်းသက်လာသည်။ ထိုနေရာမှ axon အဆုံးအထိတံခါးပိတ်ထားသည်။

Neuropeptides သည်အဓိကလုပ်ဆောင်သည် neuromodulators အဖြစ်

အစောပိုင်းတွင်ဖော်ပြခဲ့သော classical neurotransmitters များအပြင်၊ အချို့သော neurons များသည် *neuropeptides* ကိုထုတ်လွှတ်သည် ။ Neuropeptides သည် classical neurotransmitters များမှအရေးကြီးသောနည်းလမ်းများစွာဖြင့် (▲ ဇယား ၄-၃) ။ Classical neurotransmitters များသည်သေးငယ်ပြီးလျင်မြန်သည် ပုံမှန်အားဖြင့်တိကျသောအဖွင့်ကိုဖြစ်ပေါ်စေသည် post များတွင်အလားအလာအပြောင်းအလဲတစ်ခုကိုယူဆောင်လာရန် ion channel များ synaptic neuron (EPSP သို့မဟုတ် IPSP) သည်စက္ကန့်အနည်းငယ်သို့မဟုတ်စက္ကန့်အနည်းငယ် နည်းသော။ classical neurotransmitters အများစုကိုပေါင်းစပ်ပြီးထုပ်ပိုးထားသည် axon ter- ၏ cytosol ရှိ synaptic vesicles များတွင်ဒေသအလိုက်အသက်ကြီးသည် minal ဤဓာတုစေတမန်များသည်အဓိကအားဖြင့်အမိုင်နိုအက်ဆစ်များ (သို့) ဖြစ်သည် အနီးကပ်ဆက်စပ်နေသောဒြပ်ပေါင်းများ

Neuropeptides သည်မည်သည့်နေရာတွင်မဆိုဖွဲ့စည်းထားသောပိုကြီးသော ၂ မှအမိုင်နိုအက်စစ် ၄၀ အထိ ၎င်းတို့ကိုဒြပ်စင်တွင်ပေါင်းစပ်ထားသည်

core vesicles များသည် Ca 2+ -induced exocytosis ကို ခံယူသည် ဦး နှောက်အာရုံကြောလွှဲပြောင်းပေးသောတစ်ချိန်တည်းတွင် neuropeptides ကိုထုတ်လွှတ်သည်။ mitter ကို synaptic vesicles မှထုတ်လွှတ်သည်။ axon terminal တစ်ခု ပုံမှန်အားဖြင့် classical neurotransmitter တစ်ခုတည်းကိုသာထုတ်လွှတ်သည် တူညီသော terminal တွင် neuropeptides တစ်ခု (သို့) တစ်ခုထက်ပိုပါ ဝ င်နိုင်သည် ၎င်းကို neurotransmitter နှင့် တွဲ၍ လျှို့ဝှက်ထားသည်။

neuropeptides သည်လက်ရှိတွင်ရှိနေသော်လည်းပင် ပြင်းထန်သောစုံစမ်းစစ်ဆေးမှု၊ ၎င်းတို့၏လုပ်ဆောင်ချက်များနှင့် ပတ်သက်၍ ကျွန်ုပ်တို့၏အသိပညာ control ကပေါ့။ ၎င်းတို့သည်ဒေသအလိုက်ပျံ့နှံ့နေသည်ကိုသိသည် အာရုံစူးစိုက်မှုအလွန်နိမ့်ကျသောအနီးအနားရှိအာရုံခံများပေါ်တွင်လုပ်ဆောင်သည် classical neurotransmitters တွေလုပ်တာထက်သူတို့ကသယ်ဆောင်တယ် တုံ့ပြန်မှုနှေးကွေးခြင်း၊ ပိုကြာရှည်ခြင်း အများစုမှာ neuropeptides ဖြစ်ကြသည် neuromodulators အဖြစ်လုပ်ဆောင်သည်ဟုယုံကြည်ကြသည်။ **Neuromodulators များ** မဖြစ်စေသောဓာတုစေတမန်များဖြစ်ကြသည် EPSP များ (သို့) IPSP များသော်လည်း၎င်းသည်ရေရှည်အပြောင်းအလဲများကိုဖြစ်စေသည် *Module* -depress သို့မဟုတ်မြှင့်တင်ရန်-ထို syn- ၏အရေးယူဆောင်ရွက်မှု apse သူတို့ချည်နှောင်ထားတဲ့ neuronal receptors တွေကမလွှင့်ပါဘူး။ subsynaptic အမြှေးပါးတွင်ဖော်ပြထားပြီး၎င်းတို့သည်တိုက်ရိုက်မဟုတ်ပါ ဝင်နိုင်မှုနှင့်အလားအလာကိုပြောင်းလဲစေပါသည်။ Neuromodulators များ presynaptic (သို့) postsynaptic ဆိုက်များတွင်ဖြစ်စေလုပ်ဆောင်နိုင်သည်။ စာမေးပွဲအတွက်- သို့သော် neuromodulator သည်အင်ဇိုင်းတစ်ခု၏အဆင့်ကိုလွှမ်းမိုးနိုင်သည် presynap- က neurotransmitter တစ်ခုရဲ့ပေါင်းစပ်မှုမှာပါဝင်တယ်။ tic neuron (သို့) ၎င်းသည် postsynaptic ၏အာရုံခံစားနိုင်စွမ်းကိုပြောင်းလဲစေနိုင်သည် neurotransmitter တစ်ခုသို့ရေရှည်ဖြစ်စေသည် Neu အတွက် subsynaptic receptors အရေအတွက်အပြောင်းအလဲများ

endoplasmic reticulum နှင့် Golgi ယန္တရား (p. 26) ကိုကြည့်ပါ)ကျက်ရွေ့လျားသည်။ synaptic vesicles ကျော်ပြီးနောက်ထွက်လာသော neuromodulators အချို့ကိုကြည့်ပါ
microtubular အဝေးပြေးလမ်းများသည် axon terminal သို့ (p ။ 45) ကိုကြည့်ပါ။ နှစ်တွေတောင် neurotransmitters များသည်လျင်မြန်စွာပါ ဝ င်သည်
Neuropeptides ကို synaptic vesicles သေးသေးလေးထဲတွင်သိုလှောင်ထားခြင်းမရှိဘဲ ရှိနိုင်များ၊ neuromodulators များအကြားဆက်သွယ်ရေးသည်
classical neurotransmitters များကိုအစားကြီးကြီးမားမားထုပ်ပိုးထားသည် သင်ယူခြင်းကဲ့သို့သောပိုမိုကြာရှည်သောဖြစ်ရပ်များနှင့်အတူ volved
axon termi တွင်ပါ ဝ င်သော **core-vesicles များ၊** လှုံ့ဆော်မှု။

စာမျက်နှာ ၉

စိတ်ဝင်စားစရာမှာ synapti-
ကယ်လိုရီများထုတ်ပေးသော neuromodula
tors တွင်များစွာသောဝတ္တုများပါ ဝ င်သည်
ထူးခြားစွာကွဲပြားခြားနားသောအချက်များလည်းရှိသည်။
ဟော်မုန်းများအဖြစ်ထုတ်လွှတ်ပေးသည်
endocrine မှသွေးထဲသို့
တစ်ရှူးများ။ *Cholecystokinin (CCK)*
ဥပမာတစ်ခုဖြစ်သည်။ ဟော်မုန်းတစ်ခုအနေနဲ့
CCK ကိုထုတ်ဝေခဲ့သည်
အောက်ပါအူသိမ်
အစာစားပြီးကျောက်တည်ခြင်းကိုဖြစ်စေသည်။
စာချုပ်နှင့်ပြန်လွှတ်ပေးရန်
သည်းခြေရည်တို့တွင်အူများ၊
အခြားအစာခြေဖျက်မှုလုပ်ဆောင်ချက်များ (ကြည့်ပါ
အခန်း ၁၆) ။ CCK လည်းရှိတယ်
axon terminal တွင်တွေ့ရှိခဲ့သည်
ဦး နှောက်ထဲမှာ vesicles တွေရှိနေတယ်
တစ်ခုအဖြစ်လုပ်ဆောင်မည်ဟုယုံကြည်သည်
neuromodulator ကိုဖြစ်စေသည်
မရှိတော့ဘူးဆိုတဲ့ခံစားချက်ကို
ဗိုက်ဆာတယ်။ သာဓကများစွာ၊
neuropeptides ကိုအမည်ပေးထားသည်
သူတို့ရဲ့ပထမဆုံးရှာဖွေတွေ့ရှိတဲ့အခန်းကဏ္ဍဖြစ်
ဟော်မုန်းများကဲ့သို့ဖြစ်သည်
cholecystokinin (*chole* ဟုဆိုလိုသည်
"သည်းခြေ"; *cysto* ဆိုသည်မှာဆီးအိမ်၊ *kinin* သည် "ကျုံ့ခြင်း" ကိုဆိုလိုသည်။ တစ်ခုကို
ဓာတုစေလွှတ်သူအရေအတွက်သည်အတော်လေးစွယ်စုံသုံးနိုင်ပြီး၊
သူတို့ရဲ့အရင်းအမြစ်၊ ဖြန့်ဖြူးမှုပေါ်မူတည်ပြီးကွဲပြားတဲ့အခန်းကဏ္ဍ၊
ကွဲပြားသောဆဲလ်အမျိုးအစားများနှင့်အပြန်အလှန်ဆက်သွယ်မှု

ခ
တစ် ဦး
ဒါလည်း
Postsynaptic
ဆဲလ် C
အမြေးပါး
အလားအလာ
မှတ်တမ်းတင်သည်
တံခါးခုံ
အလားအလာ
ဒ ing
အလားအလာ
အာရုံကြောဲ C တွင် ostsynaptic အလားအလာ
အချိန် (msec)

• ပုံ **4-18 Presynaptic တားစီး။** A သည် postsynaptic တွင်အဆုံးသတ်သော excitatory terminal ဖြစ်သည်
ဆဲလ် C ကိုငြင်းသည် inhibitory terminal B. ဖြင့် terminal A ကိုလှုံ့ဆော်ပေးခြင်းဖြင့်၎င်းကိုအတွင်းမှထုတ်ယူသည်
ဆဲလ် C ရှိ EPSP၊ သို့သော် terminal B ကိုတစ်ပြိုင်နက်လှုံ့ဆော်ပေးခြင်းသည်စိတ်လှုပ်ရှားစေသော neu- ဓာတ်ထုတ်လွှတ်မှုကိုတားဆီးပေးသည်။
terminal A. မှ rotransmitter သည်အကျိုးဆက်အားဖြင့်ဆဲလ် C တွင် EPSP ကိုထုတ်လုပ်ခြင်းမရှိပေ
terminal A ကိုနှိုးဆွလိုက်သည်။ ထိုကဲ့သို့ presynaptic ဟန့်တားမှုသည်မြေကြီးမှလုပ်ဆောင်မှုကိုရွေးချယ်စေသည်။
ဆဲလ် C သို့အခြားလှုံ့ဆော်မှုထည့်သွင်းမှုအားဖိနှိပ်ခြင်းမရှိဘဲ min C. A သည်စိတ်လှုပ်ရှားစေသော termi- ကိုလှုံ့ဆော်ပေးသည်။
nal D သည်ဆဲလ် C တွင် EPSP ကိုတစ်ပြိုင်နက်နှိုးဆွပေးသော်လည်း EPSP ကိုထုတ်လုပ်သည်
terminal B သည် terminal A ကိုသာတားသောကြောင့်

[Presynaptic တားစီးမှုသို့မဟုတ်ပံ့ပိုးကူညီမှု ထိရောက်မှုကိုရွေးချယ်ပြောင်းလဲနိုင်သည် presynaptic input တစ်ခုမှ]

neuromodulation အပြင်စိတ်ဓာတ်ကျစေသောအခြားနည်းလမ်းတစ်ခု
synaptic ထိရောက်မှုကိုမြှင့်တင်ခြင်းသည် presynaptic inhibition သို့မဟုတ် fa-
ပံ့ပိုးကူညီမှု။ တစ်ခါတစ်ရံမှာတတိယအာရုံခံအာရုံကြောကလှုပ်ရှားမှုတွေကိုလွှမ်းမိုးတယ်
presynaptic ဓာတ်သိမ်းတစ်ခုနှင့် postsynaptic neuron တစ်ခုကို tween လုပ်သည်။ တစ်
presynaptic axon terminal ကို (အတွင်းတံဆိပ်ကပ်တစ်ဦးက • ပုံ 4-18) it- စေခြင်း
B ဟုတံဆိပ်တပ်ထားသောအခြား axon terminal တစ်ခုမှမိမိကိုယ်ကိုအတွင်းစိတ်ဖြစ်စေပါသည်။
modulatory terminal B binds မှ neurotransmitter ထုတ်လွှတ်သည်
terminal A. တွင် receptors များနှင့်စည်းနှောင်ခြင်းသည်ပမာဏကိုပြောင်းစေသည်
အာရုံကြောတုံ့ပြန်မှုကို terminal A မှထုတ်လွှတ်သည်။
အလားအလာများ။ neurotransmitter ပမာဏများရင်ထွက်လာတယ်
A ကိုလျှော့လိုက်သည်၊ ဖြစ်စဉ်ကို **presynaptic inhibi- ဟုခေါ်သည်။**
သတ်မှတ်ချက် neurotransmitter ထုတ်လွှတ်မှုကိုမြှင့်တင်လျှင်အကျိုးသက်ရောက်မှုကို
presynaptic facilitation ဟုခေါ်သည် ။
ဒီလုပ်ငန်းစဉ်ဘယ်လိုအလုပ်လုပ်လဲဆိုတာကိုပိုပြီးအနီးကပ်ကြည့်ကြစို့။ သင်
Ca $^{2+}$ သည် axon terminal ထဲသို့ ဝ င်ရောက်မှုကိုဖြစ်ပေါ်စေသည်ကိုသတိရပါ
synaptic vesicles ၏ exocytosis ကြောင့် neurotransmitter ၏ ဟို
terminal A မှထုတ်လွှတ်သော neurotransmitter ပမာဏသည်မူတည်သည်
လုပ်ဆောင်ချက်တစ်ခုအားတုံ့ပြန်ရန် Ca $^{2+}$ သည်၎င်း terminal ထဲသို့ မည်မျှ ဝင်ရောက်သည်
အလားအလာ။ Ca $^{2+}$ သည် terminal A သို့ ဝ င်ရောက်မှုကိုလွှမ်းမိုးနိုင်သည်
modulatory terminal B. ၌လုပ်ဆောင်ချက်အားဖြင့်ကျွန်ုပ်တို့သည် presynaptic ကိုအသုံးပြုမည်
(ဥပမာပေးရမှတားစီး • ပုံ 4-18) ။ neu- ပမာဏ
presynaptic terminal A မှထုတ်လွှတ်သော rotransmitter သည်စိတ်လှုပ်ရှားစရာကောင်းသည်
ကျွန်ုပ်တို့၏ဥပမာတွင် atory ထည့်သွင်းမှုသည်အလားအလာကိုလွှမ်းမိုးသည်
၎င်းရပ်စဲသွားသော postsynaptic neuron (C ၌တံဆိပ်တပ်သည်

A ကိုကိုယ်တိုင်ပစ်ခတ်ခြင်းသည် postsynaptic တွင် EPSP ကိုထုတ်ပေးသည်
neuron C. ယခု B ကိုတစ်ပြိုင်နက်နှိုးဆွသည်ဟုစဉ်းစားပါ
terminal B မှ A ကိုဆက်သွယ်ထားသော A. Neurotransmitter နှင့်အတူ၊
Ca $^{2+}$ entry terminal ကိုလျှော့ချခြင်း A. Less Ca $^{2+}$ entry ကိုဆိုလိုသည်
A. အာရုံကြောမှထုတ်လွှတ်မှုနည်းသော modulatory ကိုသတိပြုပါ
neuron B သည် A မှ neurotransmitter ထုတ်လွှတ်မှုကိုနှိမ်နင်းနိုင်သည်
A သည်ပစ်ခတ်သောအခါ B က၍ presynaptic တားစီးလျှင် A ကိုကာကွယ်ပေးသည်
၎င်း၏ neurotransmitter ကိုထုတ်လွှတ်ခြင်းမှ EPSPs များဖွံ့စည်းသည်
input A မှ postsynaptic membrane C သည်အထူးကြိုတင်
ထုတ်လွှင့်ခဲ့သည်။ ထို့ကြောင့် postsynap- ၏အလားအလာမှာအပြောင်းအလဲမရှိ၊
tic neuron သည် A ၌လုပ်ဆောင်နိုင်သောအလားအလာများရှိနေသော်လည်းဖြစ်ပေါ်သည်။
တစ်ပြိုင်နက်တည်း IPSP တစ်ခုထုတ်လုပ်ခြင်းအားဖြင့်ပါလား
ထုတ်လုပ်သော EPSP ကိုဆန့်ကျင်ရန် inhibitory input ကို activation လုပ်ခြင်း
excitatory input အားဖြင့် A တူရသရှိသည်။ မဟုတ်သေးပါဘူး။ Ac-
မျိုးဟန့်အတားဖြစ်စေသောအ ဝ င်အထွက်ကိုကာကွယ်ပေးသည်
ဆဲလ် C ရှိ IPSP ဖြစ်သော်လည်း၎ IPSP သည် EPSP တစ်ခုတည်းကိုပယ်ဖျက်ခြင်းမပြုနိုင်ပါ
စိတ်လှုပ်ရှားစေသောထည့်သွင်းမှု A မှသာမကအခြားမှထုတ်လုပ်သော EPSPs များမှလည်း
ပုံတွင်ပြထားသော terminal D ကဲ့သို့ excitatory terminal များ ဟို
postsynaptic အမြေးပါးတစ်ခုလုံးကို IPSPs ဖြင့် hyperpolarized လုပ်သည်၊
ထို့ကြောင့်စိတ် ဝ င်စားစရာအချက်အလက်များအားငြင်းခုံခြင်း (ပယ်ဖျက်ခြင်း) ပြုလုပ်သည်
မြောက်သည့် presynaptic input မှမဆိုဆဲလ်၏မည်သည့်အစိတ်အပိုင်းကိုမဆို ဆန့်ကျင်ဘက်အားဖြင့်
presynaptic inhibition (သို့မဟုတ် presynaptic facilitation) သည်တစ်ခုတွင်အလုပ်လုပ်သည်
အများကြီးပိုတိကျတဲ့နည်းလမ်း။ Presynaptic တားစီးဆေးကထောက်ပံ့ပေးသည်
postsynaptic neuron သို့အချို့သောသွင်းအားစုများကိုဆိုလိုသည်
ခံရ ရွေးချယ် ၏ပံ့ပိုးမှုများကိုထိခိုက်ခြင်းမရှိဘဲ inhibited
အခြားသွင်းအားစုများ ဥပမာအားဖြင့် B ၏ပစ်ခတ်ခြင်းကိုအထူးကာကွယ်ပေးသည်
postsynaptic neuron မှ EPSP တစ်ခုဖွံ့စည်းခြင်း
excitatory presynaptic neuron A ဖြစ်သော်လည်းအခြားရာများကိုမလွှမ်းမိုးပါ
presynaptic သွင်းအားစုများ။ Excitatory input D သည်ဆက်လက်လုပ်ဆောင်နိုင်သည်။
B အားကောင်းနေသည့်တိုင် postsynaptic neuron ၌ EPSP တစ်ခုလိုအပ်သည်။
ဤရွေးချယ်ကြောပေါင်းစပ်မှု၏၎ကျအမျိုးအစားသည်အခြားနည်းလမ်းတစ်ခုဖြစ်သည်
အာရုံခံများအကြားလျှပ်စစ်အချက်ပြမှုကိုဂရုတစိုက်ပြုလုပ်နိုင်သည်
ကောင်းမွန်စွာပြင်ဆင်ထားသည်။

စာမျက်နှာ ၁၀

[ဆေးများနှင့်ရောဂါများကိုပြုပြင်ပြောင်းလဲနိုင်သည် synaptic ကူးစက်မှု။]

အာရုံကြောကိုထိခိုက်စေသောဆေးအများစုသည်
synaptic ယန္တရားများကိုပြောင်းလဲခြင်းဖြင့် system function ကို Syn-
အဆိပ်သင့်ဆေးများသည်မလိုလားအပ်သောအကျိုးသက်ရောက်မှုကိုဖြစ်စေနိုင်သည်
နှစ်သက်ဖွယ်အကျိုးသက်ရောက်မှု ဖြစ်နိုင်သောမူးယစ်ဆေးဝါးလုပ်ဆောင်ချက်များ
ပေါင်းစပ်မှု၊ သိုလှောင်မှု (သို့) ဦး နှောက်အာရုံကြော transmitter တစ်ခုထုတ်လွှတ်ခြင်း၊
postsynaptic လက်ခံစက်နှင့် neurotransmitter ကိုအပြန်အလှန်ထိတွေ့ခြင်း

သွေး။ ဦး နှောက်ထဲကိုရောက်တာနဲ့ L-dopa ကို dopamine အဖြစ်ပြောင်းလိုက်တယ်၊
ထို့ကြောင့်ချို့တဲ့သော neurotransmitter ကိုအစားထိုးသည်။ ဆန့်ကျင်ဘက်ဖြစ်သည်
အလွန်အကျွံ dopamine လုပ်ဆောင်မှုကို ဦး တည်စေသော L-dopa
လျှော့ထားသော dopamine အဆင့်ကိုပုံမှန်သို့တက်စေသည်။ ဒီကုထုံး
လိုင်စင်နှင့်ဆက်စပ်သောလက္ခဏာများကိုများစွာသက်သာစေသည်
ပါကင်ဆန်ရောဂါ၏အကြောင်းမင်းပိုသိလာလိမ့်မယ်
(Synaptic) ကူးစက်မှုသည်အာရုံကြောအဆိပ်များကိုထိခိုက်လွယ်သည်။
၎င်းကိုသရုပ်ဆောင်ခြင်းဖြင့်အာရုံကြောစနစ်မူမမှန်ခြင်းကိုဖြစ်စေနိုင်သည်

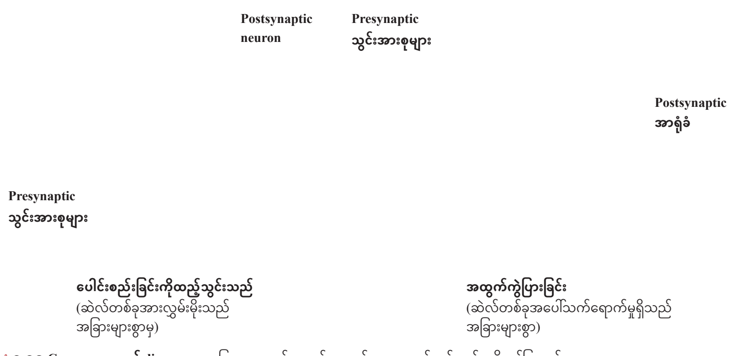
(က) ရှိပြီးသော neurotransmitter မြန်လာသည်နှင့်ဆိုင်သော သွင်းခြင်းကို လွမ်းမိုးခြင်း၊
ထုတ်လွှင့်သူ
SSRIs အကြောင်းသင်သိပြီးပြီ။ အခြားဥပမာတစ်ခုအနေနှင့်
လူမှုရေးအရအလွဲသုံးစားပြုသောမူးယစ်ဆေး **ကိုကင်း** သည်ပြန်လည်ရယူခြင်း **ကိုပိတ်ပင်**
presynaptic terminal များတွင် rotransmitter *dopamine* ၎င်းကိုပြုလုပ်သည်
dopamine reuptake transporter နှင့်အပြိုင်အဆိုင်စည်းနှောင်ခြင်း၊
၎င်းသည် dopamine ကိုစုပ်ယူသောပရိုတင်းမော်လီကျူးတစ်ခုဖြစ်သည်
synaptic cleft မှ၎င်းကို axon terminal သို့ပြန်ပို့ပေးသည်။
ကိုကင်းသည် dopamine သယ်ဆောင်သူ၊ dopamine ကိုသိမ်းပိုက်သည်
synaptic cleft တွင်ပုံမှန်ထက်ပိုကြာပြီးဆက်ရှိနေသည်
၎င်း၏ postsynaptic receptors များနှင့်အပြန်အလှန်ဆက်သွယ်သည်။ ရလဒ်သည် ထပ်ခါတလဲလဲ
ဤဓာတုကို neu အဖြစ်သုံးသောအာရုံကြောလမ်းကြောင်းများကိုဖွင့်ပေးခြင်း
rotransmitter၊ အထူးသဖြင့်ခံစားချက်များ၏အခန်းကဏ္ဍပါ ဝ င်သောလမ်းကြောင်းများ
ပျော်ရွှင်မှု အနှစ်သာရအားဖြင့်ကိုကင်းရှိနေလျှင်အာရုံကြောပြောင်းသည်
ပျော်ရွှင်မှုလမ်းကြောင်း၌" on" အနေအထားဥပိတ်လှောင်ထားသည်။
ကိုကင်းသည်ပါဝင်သောအာရုံကြောများဖြစ်လာသောကြောင့်စွဲလမ်းစေသည်
ဆေးကို စိတ်မသက်မသာဖြစ်စေသည် ။ postsynaptic ဆဲလ်များ inces ပြီးနောက်
အချိန်ကြာမြင့်စွာသိသာသာလှုံ့ဆော်မှုကြောင့်သူတို့သည်မကူးပြောင်းနိုင်တော့ပါ။
ပိုများသောပိုများသောဆေးများမပါဘဲ synapses များကို ဖြတ်၍ ပုံမှန်အားဖြင့်
မူးယစ်ဆေးဝါး၏။ အထူးသဖြင့်ကိုကင်းကြာရှည်သုံးစွဲခြင်းဖြင့်
ဦး နှောက်၌ dopamine receptors ၏ ber သည်တုံ့ပြန်မှုကိုလျော့ကျစေသည်
အလွဲသုံးစားပြုသောအရာ၏ glut ။ ဒီ desensitiza ရရှိလဒ်အနေနဲ့
သုံးစွဲသူသည်ဆေး၏ဆေးပမာဏကိုတဖြည်းဖြည်းတိုးမြှင့်ရမည်
လူသိများသောဖြစ်ရပ်ဆန်းတစ်ခု (သို့) အမြင့်၊ သို့မဟုတ်ပျော်ရွှင်မှုခံစားမှု
မူးယစ်ဆေးသည်းခံမှု အဖြစ် ။ ကိုကင်းမော်လီကျူးများပျံလွင့်သောအခါ၊
ပျော်ရွှင်မှု၏အငွေ့ပျံမှုသည်အများအားဖြင့် dopa ၏ပုံမှန်အဆင့်ဖြစ်သောကြောင့်
ကျနုပ်၏လုပ်ဆောင်ချက်သည်အလွန်လိုအပ်နေသောလိုအပ်ချက်များအားဖြည့်ဆည်းရန်မလုံလောက်ပါ
လှုံ့ဆော်မှုအတွက် postsynaptic ဆဲလ်များ ကိုကင်းသုံးစွဲသူများရောက်ရှိလာပြီဖြစ်သည်
ဤအခိုမ့်သည်ရှူးသွပ်လာပြီးအလွန်စိတ်တတ်ကျလာသည်။ ပိုသာတယ်
cocaine ကသူတို့ကိုပြန်ပြီးကောင်းမွန်စေတယ်။ သို့သော်ကိုကင်းကိုထပ်ခါတလဲလဲသုံးခြင်း
မူးယစ်ဆေးဝါးအားတုံ့ပြန်မှုကိုမကြာခဏပြုပြင်ပြောင်းလဲသည်။ user မရှိတော့ဘူး
မူးယစ်ဆေးဝါးမှအပျော်အပါးကိုယူသော်လည်းမနှစ်မြို့ဖွယ်ကောင်းသောဆုတ်ခွာမှုကိုရှောင်ရှားရန်
၎င်း၏အကျိုးသက်ရောက်မှုများလျော့နည်းသွားသည်နှင့် လက္ခဏာများ ပုံမှန်အားဖြင့်
မူးယစ်ဆေးစွဲ လာသည် ၊ ၎င်းအားအတင်းအကျပ်ရှာဖွေရန်၊ ပထမ ဦး စွာထွက်ပါ
ပျော်စရာကောင်းသောခံစားချက်များကိုခံစားပြီးနောက်ပိုင်းတွင်၎င်းကိုရှောင်ရန်
အနုတ်လက္ခဏာဆုတ်ခွာလက္ခဏာများ။ ကိုကင်းကိုသန်းပေါင်းများစွာကအလွဲသုံးစားလုပ်ကြသည်
စိတ်ပြောင်းလဲစေသောဂုဏ်သတ္တိများနှင့်အတူစွဲလမ်းလာခဲ့သူ
လူမှုရေးနှင့်စီးပွားရေးထိခိုက်မှုများ
ကိုကင်းအလွဲသုံးစားမှုသည် dopamine အလွန်အကျွံလုပ်ဆောင်မှုကိုဖြစ်စေသည်
ပါကင်ဆန်ရောဂါ (PD) သည် dopa- ချို့တဲ့ခြင်းကြောင့်ဖြစ်သည်။
ထဲမှာသတ္တုတွင်း *Basal* အရေးပါ, control- တွင်ပါဝင်ပတ်သက်သည့်ဦးနှောက်တစ်ဒေသ
ရုပ်ထွေးသောလှုပ်ရှားမှုများ ဤရွေ့ကားရောဂါသည်လက္ခဏာဖြစ်သည်
ကြွက်သားတောင့်တင်းခြင်းနှင့်ငြိမ်သက်ခြင်းမရှိဘဲအလိုအလျောက်တုန်လှုပ်ခြင်းတို့မှ ထင်ရှားသည်
လက် (သို့) ဦး ခေါင်းကိုအလိုအလျောက်စည်းချက်မမှန်ခြင်း။ စံ
PD အတွက်ကုသမှုသည် *levodopa (L-dopa),* a
dopamine ၏ရှေ့ပြေး Dopamine ကိုယ်တိုင်မထိုးနိုင်ပါ
၎င်းသည်သွေး - ဦး နှောက်အတားအဆီးကိုမကျော်ဖြတ်နိုင်သောကြောင့်ဖြစ်သည်
အောက်ပါအခန်း) သို့ရာတွင် L-dopa သည် ဦး နှောက်မှ ဝ င်နိုင်သည်

presynaptic ကိုပိတ်ဆို့ခြင်းမှ၊ neurotransmitter ဖြစ်ပေါ်လာမှုကိုသင်ရလိမ့်မည်။
အခြားအနေအထားများမှာ၊ ဗီဇဆိုင်ရာကွဲပြားမှု synapse ကိုသည်ကွဲပြားစွာလုပ်ဆောင်သည်
စိတ်လှုပ်ရှားစေသောအရာများမှထွက်ခွာနေစဉ်အတားအဆီးဖြစ်စေသောလှုံ့ဆော်မှုများကိုတားဆီးရန် synaptic ဆိုက်မျ
atory သွင်းအားစုများကိုမဖြတ်ပါ။ မေးခိုင်အဆိပ်သည် presynaptic ကိုကာကွယ်ပေးသည်
ကိုပိတ်ပင်သည်။
သီးခြား postsynaptic inhibitory receptors ကိုးခု။
မေးခိုင်အဆိပ် သည် inhibitory neu- ၏ထုတ်လွှတ်မှုကိုတားဆီးပေးသည်။
အတားအဆီး presynaptic သွင်းအားစုများမှ termin- rotransmitter GABA
အရိုးကြွက်သားများကိုထောက်ပံ့ပေးသောအာရုံခံဆဲလ်များပေါ်တွင်တည်ရှိသည်။ မရွေးရသေးသောယခင်
ဤအာရုံခံပစ္စည်းများသို့ citatory inputs များသည်အထိန်းအကွပ်မဲ့ကြွက်သားကိုဖြစ်ပေါ်စေသည်
ဖြစ်ပေါ်စေသည်။ ဤ spasms များသည်အထူးသဖြင့်မေးရိုးကြွက်သားများတွင်စောစောစီးစီးဖြစ်ပေါ်သည်
ရောဂါလှည့် *lockjaw* အတွက် အသုံးများသောနာမည်ကိုမြင်တက်စေသည်
ဖြစ်နေကြတယ်။ နောက်ပိုင်းမှာသူတို့ကတာဝန်ရှိကြွက်သားတွေတိုးတက်လာတယ်
အသက်ရှူခြင်းအတွက်ထိုနေရာတွင်သေဆုံးသည်။
Strychnine သည်အခြား inhibitory neurotrans- နှင့်ယှဉ်ပြိုင်သည်။
postsynaptic receptor တွင် mitter, glycine၊ ဒီအဆိပ်က
လက်ခံသူနှင့်အတူ bines သော်လည်းဖြစ်နိုင်ချေကိုတိုက်ရိုက်မပြောင်းလဲပါ
postsynaptic ဆဲလ်၏မည်သည့်နည်းနှင့်မဆို ၎င်းအစား၎င်းသည်လက်ခံမှုကိုပိတ်ပင်သည်။
itter ကို glycine နှင့်အပြန်အလှန်ဆက်သွယ်ရန်မရနိုင်ပါ
နောက်ဆုံးအနေဖြင့် inhibitory presynaptic အဆုံးမှလွှတ်မြောက်သည်။
ထို့ကြောင့် strychnine သည် postsynaptic inhibition (ဖွဲ့စည်းခြင်း) ကိုဖျက်သိမ်းသည်
IPSPs) ကို glycine ကိုတားစီးဆေးအဖြစ်သုံးသောအာရုံကြောလမ်းကြောင်းများတွင်
neurotransmitter ဖြစ်သည်။ မစစ်ဆေးရသေးသောစိတ်လှုပ်ရှားဖွယ်လမ်းကြောင်းများသည် con-
ကြွက်သားများတောင့်တင်းခြင်း၊ သေဆုံးခြင်း။
အခြားဆေးဝါးများနှင့်ရောဂါများစွာသည် synaptic ကူးစက်မှုကိုလွှမ်းမိုးသည်။
သို့သော်ဤဥပမာများအတိုင်း synaptic တစ်လျှောက်မည်သည့် site ကိုမဆိုဥပမာပြပါ
ဆေးလမ်းကြောင်းသည်ဆေးဝါး (ဆေးဝါးကြောင့်ဖြစ်စေ) ကိုထိခိုက်နိုင်သည်။
သို့မဟုတ်အဓိကလူနာ (ရောဂါကြောင့်) ဝင်ရောက်စွက်ဖက်ခြင်း။

အာရုံကြောများသည်ရှုပ်ထွေးမှုတဆင့်ဆက်သွယ်သည့်ဆုံစည်းခြင်းနှင့်လမ်းကြောင်းကွဲပြားခြင်း

အာရုံခံဆဲလ်အချင်းချင်းဆက်သွယ်ခြင်းကြားတွင်အရေးကြီးသောဆက်ဆံရေးနှစ်ခုရှိသည်။
ဖြစ်စေသည်။ ပုံမှန်အားဖြင့်ပေးထားသော neuron တွင်အခြားများစွာရှိနိုင်သည်
neurons များသည်၎င်းနှင့်ပေါင်းစပ်ထားသည်။ ထိုကဲ့သို့သောဆက်ဆံရေးကို **con-** ဟုခေါ်သည်။
vergence (• ပုံ 4-19) ။ ပေါင်းစည်းခြင်းအားဖြင့်၊ တစ်ခုတည်း
ဆဲလ်သည်အခြားဆဲလ်ထောင်ပေါင်းများစွာ၏လွှမ်းမိုးမှုရှိသည်။ ဤဆဲလ်တစ်ခုတည်း၊
အလှည့်အပြောင်းသည်အခြားဆဲလ်များစွာ၏လုပ်ဆောင်မှုအဆင့်ကိုလွှမ်းမိုးသည်။
အထွက်တိုးခြင်း။ **ကွဲပြားခြင်း** ဟူသောအသုံးအနှုန်း သည်ဤဖြစ်စဉ်ကိုရည်ညွှန်းသည်။
ဆဲလ်တစ်ခုနှင့်အတူ synapses လုပ်ရန် axon terminal များကိုထည့်သွင်းသည်
အခြားဆဲလ်များစွာကိုလွှမ်းမိုးသည်။
အထူးသဖြင့် ဦး နှောက်အာရုံကြောတစ်ခုသည်အာရုံကြောများသို့ postsynaptic ဖြစ်သည်ကိုသတိပြုပါ
၎င်းကိုပေါင်းစည်းသော်လည်း၎င်းမှအခြားဆဲလ်များသို့ presynaptic ဖြစ်သည်
ထို့ကြောင့် *presynaptic* နှင့် *postsynaptic* ဟူသောဝေါဟာရများ ကိုရည်ညွှန်းသည်
synapse တစ်ခုတည်းသို့သာ အာရုံကြောအများစုသည်တစ်ခုနှင့်တစ်ခု presynaptic ဖြစ်သည်
neurons အုပ်စုနှင့်အခြားအုပ်စုသို့ postsynaptic
ခန့်မှန်းခြေအားဖြင့် ဦး နှောက်အာရုံကြောသန်း ၁၀၀ နှင့် ၁၀ ၁၄ ရှိသည်
ဦး နှောက်တစ်ခြမ်းတည်းတွင်စုပြုသန်း ၁၀၀ (synapses) တစ်ခုတည်းသော
ron ကိုအခြား ၅၀၀၀ နှင့် ၁၀၀၀၀ ကြားဆက်သွယ်နိုင်သည်

စာမျက်နှာ ၁၁



• ပုံ **၄-၁၉ Convergence နှင့် divergence** ။ မြားများသည်အချက်အလက်များအတွက်လမ်းညွှန်မှုကိုညွှန်ပြသည်။
mation ကိုပို့ဆောင်နေသည်။

အာရုံခံ။ ကျယ်ပြန့်ပြီးရှုပ်ထွေးနက်နဲတဲ့အပြန်အလှန်ဆက်သွယ်မှုကိုစဉ်းစားတဲ့အခါ
ပေါင်းဆုံခြင်းမှတဆင့်ဤအာရုံခံများအကြားဖြစ်နိုင်သောဆက်သွယ်မှုများ
လမ်းကြောင်းတွေမှတည်ပြီတာနမ်းသည်ဘယ်လိုလာမလဲဆိုတာစိတ်ကူးယဉ်နိုင်ပါပြီ။
plex သည်ကျွန်ုပ်တို့၏အာရုံကြောစနစ်၏ဝါယာကြိုးစနစ်ဖြစ်သည်။
အဆန်းပြားဆုံးကွန်ပျူတာများသည်ပင်ရှုပ်ထွေးမှုနည်းပါးသည်
လူ့ ဦး နှောက်ထက် အာရုံကြောစနစ်၏ဘာသာစကား
ဆိုလိုသည်မှာအာရုံခံများအကြားဆက်သွယ်ရေးအားလုံးသည်ပုံစံဖြစ်သည်
အဆင့်အလားအလာများ၊ လုပ်ဆောင်နိုင်မှုအလားအလာများ၊ အာရုံကြောပို့လွှတ်မှုပိုင်
synapses များနှင့်အခြား nonsynaptic ပုံစံများကိုဖြတ်တောက်ခြင်း

▪ ကွာဟချက်လမ်းဆုံများမှတဆင့် အပြန်အလှန်ဆက်သွယ်မှုအတွက်အနီးစပ်ဆုံးနည်းလမ်းများ
lular ဆက်သွယ်ရေးသည်ကွာဟချက်လမ်းဆုံများ၊ မိန့် tun- မှတဆင့်
nels များသည်အိမ်နီးချင်းဆဲလ်အချို့၏ cytoplasm ကိုပေါင်းကူးပေးသည်
တစ်ရှူးအမျိုးအစားများ ကွာဟချက်လမ်းဆုံများမှတစ်ဆင့်အိုင်းယွန်းများနှင့်မှုံ့လေးများ၊
cules များသည်အဆက်အသွယ်မရှိသောဆဲလ်များအကြားတိုက်ရိုက်ဖလှယ်သည်
extracellular အရည်များအမြဲ ဝ င်နေသည် (p ။ 59)
▪ မျက်နှာပြင်အမှတ်အသားများ၏ယာယီချိတ်ဆက်မှုမှတဆင့် အချို့
ဆဲလ်များနှင့်တိုက်ရိုက်ဆက်သွယ်ခြင်းဆဲလ်များသည်အထူးပြုသည်
၎င်းတို့အားတိုက်ရိုက်ခွင့်ပြုသောမျက်နှာပြင်အမြေးပါးပေါ်တွင်အမှတ်အသားများ

ဓာတုစစားရှေပြခြင်း အာရုံကြောစနစ်အတွက်လုပ်ဆောင်မှုအားလုံး
တာဖန်ရှိသည်၊ ခံစားချက်တိုင်း၊ a ကိုရှေ့ရန်အမိန့်တိုင်း
ကြွက်သား၊ အတွေးတိုင်း၊ ခံစားချက်တိုင်း၊ မှတ်ဉာဏ်တိုင်း၊
တီထွင်ဖန်တီးမှုမီးပွား - လျှပ်စစ်ပုံစံများနှင့်ပုံစံများပေါ်တွင်မူတည်သည်
ဤတစ်လျှောက်ရှုပ်ထွေးနေသောအာရုံခံများအကြားဓာတုအချက်ပြမှု
ကြိုးအာရုံကြောလမ်းကြောင်းများ

အာရုံခံဆဲလ်တစ်ခုသည်ပြန်လည်လွှမ်းမိုးမှုရှိသောဆဲလ်များနှင့်ဆက်သွယ်သည်။
neurotransmitter တစ်ခုကိုငှားရမ်းခြင်း၊ ၎င်းသည်အပြန်အလှန်ဆက်သွယ်မှုနည်းလမ်းတစ်ခုသာဖြစ်သည်။
ဆဲလ်လူလာ (" ဆဲလ်များအကြား") ဆက်သွယ်ရေး။ ငါတို့အခုစဉ်းစားမယ်
ဆဲလ်များသည် "အချင်းချင်းပြောဆိုနိုင်သည့်နည်းလမ်းအားလုံး"

Intercellular ဆက်သွယ်ရေး နှင့် Signal Transduction

တစ်လျှောက်လုံးရှိဆဲလ်များ၏ကွဲပြားခြားနားသောလုပ်ဆောင်ချက်များကိုပေါင်းစပ်ညှိနှိုင်းသည်
ဘဝရပ်တည်မှုနှင့်အခြားအလိုရှိသောပြန်လည်ပြည့်စုံရန်ခန္ဓာကိုယ်
စပွန်ဆာများသည်ဆဲလ်များနှင့်ဆက်သွယ်နိုင်သောစွမ်းရည်ပေါ်မူတည်သည်
အချင်းချင်း

ဆဲလ်များအကြားဆက်သွယ်မှုသည်အလွန်ကြီးမားသည် extracellular မှစီစဉ်သည် ဓာတုစေတမန်များ

Intercellular ဆက်သွယ်ရေးသည်တိုက်ရိုက်ဖြစ်စေ၊ ဖြစ်စေဖြစ်နိုင်သည်
သွယ်ဝိုက် (• ပုံ ၄-၂၀) ။ တိုက်ရိုက် intercellular ဆက်သွယ်ရေး
အပြန်အလှန်ဆဲလ်များအကြားရုပ်ပိုင်းဆိုင်ရာထိတွေ့မှုပါဝင်သည်။

အမှတ်အသားများပါ ဝ င်သောအခြားဆဲလ်များနှင့်ချိတ်ဆက်ပါ
ယာယီအဆက်အသွယ်များ ဒါကခန္ဓာကိုယ်ရဲ့ phagocytes ပုံစံပါ
ကာကွယ်ရေးစနစ်ကိုအထူးအသိအမှတ်ပြုပြီးရွေးချယ်ဖျက်ဆီးသည်
ထွက်ခွာနေစဉ်ကင်ဆာဆဲလ်များကဲ့သို့မလိုလားအပ်သောဆဲလ်များကိုသာတွေ့ရသည်
ခန္ဓာကိုယ်၌ကျန်းမာသောဆဲလ်များသာရှိသည် (p ။ 448)

ဆဲလ်များဆက်သွယ်သောအသုံးအများဆုံးနည်းလမ်းများ
extracellular chemical မှတဆင့် အချင်းချင်း သွယ်ဝိုက်။ ဖြစ်စေ၊
စေတမန်များ (သို့) **အချက်ပြမော်လီကျူး** လေးခုရှိသည်
အမျိုးအစားများ: *paracrines, neurotransmitters, hormones,* and *neurohor-mones* ကိစ္စတိုင်း၌တိကျသောဓာတုတမန်တ ဦး ကိုအချက်ပြသည်
မော်လီကျူးကိုအထူးထိန်းချုပ်ထားသောဆဲလ်များဖြင့်ပေါင်းစပ်ဖွဲ့စည်းထားသည်
သတ်မှတ်ထားသောရည်ရွယ်ချက်ကိုထမ်းဆောင်ပါ။ ECF သို့လွှတ်ပေးခြင်းနှင့် ပတ်သက်၍
သင့်တော်သောလှုံ့ဆော်မှု၊ ဤ extracellular chemical messen-gers များသည်အခြားအထူးဆဲလ်များ၊ messenger ၏ **ပစ်မှတ်ဆဲလ်များ** ပေါ်တွင်လုပ်ဆောင်သည် ။
သတ်မှတ်ထားသောနည်းလမ်းအတိုင်း ၎င်း၏အကျိုးသက်ရောက်မှုကိုထုတ်ရန် extracellular တစ်ခု
ဓာတုတမန်သည်ပစ်မှတ်ဆဲလ် receptors များနှင့်ချည်နှောင်ရမည်။
၎င်းအတွက်အထူး။ လက်ခံသူအားလုံးသည် transmembrane glycoproteins၊
ဆိုလိုသည်မှာအထူးအားဖြင့်တိုးချဲ့သောအရေးပါသောပရိုတင်းများဖြစ်သည်
ပလာစမာအမြှေးပါးနှင့်ကာဘိုဟိုက်ဒရိတ်ဆွဲကြိုးများပါ ဝ င်သည်
သူတို့၏အပြင်ဘက်မျက်နှာပြင် (စာမျက်နှာ ၅၅ တွင်ကြည့်ပါ) ။ ပေးထားသောဆဲလ်တစ်ခုတွင်သင်ရှိနိုင်သည်။
လက်ခံသူသန်းအနည်းငယ်လောက်အထိသဲတွေရှိပါတယ်။
တူညီသောဓာတုအတွက် ၁၀၀၀၀ အထိတူးဖော်နိုင်သည်
တမန်။ ကွဲပြားသောဆဲလ်အမျိုးအစားများတွင်ကွဲပြားသောပေါင်းစပ်မှုများရှိသည်
receptors များကငင်းတို့အားအမျိုးမျိုးသောအခြေအနေများအားတစ် ဦး ချင်းစီတုံ့ပြန်စေသည်။
latory extracellular ဓာတုစေတမန်များ အားလုံးရဲ့၅ ရာခိုင်နှုန်းနီးပါး
လူသားများရဲ့မျိုးရိုးဗီဇတွေဟာဒီအမြှေးပါးတွေကိုပေါင်းစပ်ဖို့အတွက်ကုဒ်တွေ၊

စာမျက်နှာ ၁၂

တိုက်ရိုက်ဆက်သွယ်ရေး
သေးငယ်သောမော်လီကျူးများနှင့်အိုင်းယွန်းများ

(က) ကွာဟချက်များ

(ခ) ဆဲလ်၏မျက်နှာပြင်အမှတ်အသားများကိုယာယီတိုက်ရိုက်ချိတ်ဆက်ခြင်း

သွယ်ဝိုက်သောဆက်သွယ်ရေးနည်းပညာမှတဆင့်အထူးဓာတုပစ္စည်းများဖြင့်ဆက်သွယ်ခြင်း

လျှို့ဝှက်ဆဲလ်
ဒေသခံပစ်မှတ်ဆဲလ်
ဒေသခံပစ်မှတ်ဆဲလ်
Paracrine
လျှပ်စစ်အချက်ပြ
လျှို့ဝှက်ဆဲလ်
(အာရုံခံ)

(ဂ) Paracrine စွန့်ထုတ်မှု

()) Neurotransmitter ထုတ်လွှတ်မှု

Neurotransmitter ဖြစ်သည်

လျှို့ဝှက်ဆဲလ်
(endocrine ဆဲလ်)
သွေး
Neurohormone ဖြစ်သည်သွေး
ဟော်မုန်း
လျှပ်စစ်အချက်ပြ
အဝေးပစ်မှတ်ဆဲလ်
လျှို့ဝှက်ဆဲလ်
(အာရုံခံ)
အဝေးပစ်မှတ်ဆဲလ်
Nontarget ဆဲလ်
(လက်ခံသူမရှိ)
Nontarget ဆဲလ်
(လက်ခံသူမရှိ)

(င) ဟော်မုန်းထုတ်လွှတ်မှု

(စ) Neurohormone စွန့်ထုတ်မှု

• **ပုံ 4-20 intercellular ဆက်သွယ်ရေးအမျိုးအစားများ။** ကွာဟချက်လမ်းဆုံများနှင့်ယာယီတိုက်ရိုက်
ဖြည့်စွက်မျက်နှာပြင်အမှတ်အသားများဖြင့်ဆဲလ်များပေါင်းစပ်မှုသည်တိုက်ရိုက်ဆက်သွယ်မှုနည်းလမ်းနှစ်ခုလုံးဖြစ်သည်။
ဆဲလ်များအကြား Paracrines, neurotransmitters, hormones, and neurohormones အားလုံးသည်အထူးကောင်းမွန်သည်။
ဆဲလ်များအကြားသွယ်ဝိုက်သောဆက်သွယ်မှုကိုပြီးမြောက်စေသော lular ဓာတုစေတမန်များ ဒါတွေဟာဓာတုပစ္စည်းတွေပါ
စေတမန်များသည်၎င်းတို့၏အရင်းအမြစ်များနှင့်၎င်းတို့၏ ဦး တည်သောဆဲလ်များဆီရောက်ရန်အကွာအဝေးကွဲပြားကြသည်။

tors များသည် intercellular ၏ဤအရေးပါမှုကိုညွှန်ပြသည်
ဆက်သွယ်ရေး။

ဓာတုစေလွှတ်သူလေး ဦး သည်၎င်းတို့၏အရင်းအမြစ်တွင်ကွဲပြားသည်
သူတို့ဆိုက်ကိုရောက်တဲ့အကွာအဝေးနဲ့နည်းလမ်းတွေ
လုပ်ဆောင်ချက်

- **Paracrines** များသည်အာနိသင်ရှိသောဒေသခံဓာတုစေတမန်များဖြစ်သည်
အနီးစပ်ဆုံးပတ်ဝန်းကျင်ရှိအိမ်နီးချင်းဆဲလ်များပေါ်တွင်သာလုပ်ဆောင်သည်။
သူတို့ရဲ့စွန့်ထုတ်တဲ့နေရာအကြောင်း Paracrines များဖြန့်ဝေနေသောကြောင့်
interstitial fluid အတွင်း၌ရိုးရှင်းသောပျံ့နှံ့မှုဖြင့်သူတို့၏လုပ်ဆောင်ချက်
အကွာအဝေးတိုအတွက်ကန့်သတ်ထားသည်။ သူတို့သည်ဝင်ခွင့်မရပါ
၎င်းတို့သည်လျင်မြန်စွာမသန်စွမ်းသောကြောင့်မည်သည့်ပမာဏတွင်မဆိုသိသာသောပမာဏ

တစ်သျှူးများသို့သွေးစီးဆင်းမှုကိုတိုးစေသည်။ ဒီလုပ်ဆောင်ချက်ကထပ်တိုးစေတယ်
ထိခိုက်ဒဏ်ရာရရှိယာသို့သွေးဖြင့်သယ်ဆောင်လာသောတိုက်ခိုက်ရေးပစ္စည်းများ။

Paracrines ကိုထိခိုက်စေသောဓာတုပစ္စည်းများနှင့်ခွဲခြားရမည်။
အထူးသဖြင့်ထုတ်လွှတ်ခံရပြီးနောက်အိမ်နီးချင်းဆဲလ်များ
ဆယ်လူလာလှုပ်ရှားမှု၏သင်တန်းတွင်။ ဥပမာတစ်ခုတိုးလာတယ်
လေ့ကျင့်ခန်းကြွက်သားတစ်ခုတွင် CO_2 ၏ဒေသတွင်းအာရုံစူးစိုက်မှုသည်
သွေးကြောထောက်ပံ့မှုကိုပြည်တွင်းချဲ့ထွင်ခြင်းကိုအားပေးသည့်အချက်များ
ကြွက်သားထဲသို့ ထွက်ပေါ်လာတဲ့သွေးစီးဆင်းမှုကိုတိုးစေပြီးဆီးကြိုစေပါတယ်
ပိုတက်ကြွသောတစ်သျှူးများ၏ဇီဝဖြစ်စဉ်လိုအပ်ချက်များပိုများလာသည်။ ဒါပေမယ့်၊
CO_2 အားလုံးဆဲလ်တွေထုတ်လုပ်တာဖြစ်ပါတယ်နှင့်အထူးသမှုဖြန့်ချိသည်မဟုတ်
ဤတုံ့ပြန်မှုကိုအောင်မြင်အောင်လုပ်ပါ၊ ထို့ကြောင့်၎င်းနှင့်ဆင်တူသည်

ပြည့်စုံကြွယ်ဝစွာရှိအင်္ဂါစိုင်းများဖြင့်တွေ့ရသည်။ Paracrine ၏ဥပမာတစ်ခုမှာ အဆုတ်အစရှိသည့် *histamine,* ဆဲလ်တစ်ခုပျက်စီးခြင်း အစရှိသော ကျူးကျော်ဝင်ရောက်လာသောအတွင်းရောင်ရမ်းတုံ့ပြန်မှုအတွင်းတစ်သျှူးဆဲလ် ဒဏ်ရာရသောတစ်သျှူးများ (စာမျက်နှာ ၄၂၀ ကိုကြည့်ပါ) ။ ပမာအားဖြင့် histamine အနီးတစ်ဝိုက်ရှိသွေးကြောများကိုကျယ်ပြန့်လာစေသည်

ဒေသဆိုင်ရာဓာတုအစွမ်းများကို paracrines ဟုခေါ်သည်။ သူတို့လော်လီတီသည်အဆက်အသွယ်ရှိဆဲလ်များသည်ထိုကိုရိုက်ဆက်သွယ်သည် ဦး နောက်ဆဲလ်များကို **neurotrans** (ထုတ်လွှတ်ခြင်း) ဖြင့်အတွင်းစိတ် (သူတို့ပစ်မှတ်ဆဲလ်များ) မှထုတ် **လွှတ်သည်။ mitters,** အလွန်တိုတောင်းသော-range ကိုဓာတုတမန်တို့ကိုနေသောထဲမှာ လျှပ်စစ်အချက်ပြများ (လုပ်ဆောင်နိုင်မှုအလားအလာများ) ကိုတုံ့ပြန်မှု Para ကဲ့သို့

စာမျက်နှာ ၁၃

crines, neurotransmitters များသည်သူတို့၏လွှတ်သည့်နေရာမှပျံ့နှံ့သွားသည် ကျဉ်းမြောင်းသော extracellular space ကို ဖြတ်၍ ဒေသအလိုက်ဆောင်ရွက်ရန်၊ အခြားအာရုံခံတစ်ခု၊ ကြွက်သားတစ်ခု (သို့) ဖြစ်နိုင်သောပစ်မှတ်ဆဲလ်ကိုထည့်သွင်းပါ ဂလင်း။ Neurons များသည်လျှပ်စစ်အချက်ပြများကိုကြာရှည်စွာသယ်ဆောင်နိုင်သည် အကွာအဝေး (axon ၏အရှည်)၊ ဒါပေမယ့်ဓာတုတမန် axon terminal တွင်ဖြန့်ချိသောတိုတောင်းသောအကွာအဝေး - တစ်လျှောက်တွင်သာခရီးသွားသည် synaptic ကွဲ။

- **ဟော်မုန်း** များသည်တာရှည်ဓာတုစေတမန်များဖြစ်သည် ၎င်းကိုတုံ့ပြန်ရန် endocrine glands များမှသွေးထဲသို့လျှို ဝှက်သည် သင့်လျော်သောအချက်ပြ သွေးသည်သံတမန်များအားအခြားသို့ပို့ဆောင်သည် ခန္ဓာကိုယ်အတွင်းရှိနေရာများသည်၎င်းတို့၏ပစ်မှတ်အပေါ်သက်ရောက်မှုများဖြစ်စေသောနေရာများဖြစ်သည်ပြီ ဆဲလ်များသည်၎င်းတို့ထုတ်လွှတ်သည့်နေရာနှင့်အနည်းငယ်ကွာဝေးသည်။ မှသာလျှင် အထူးသဖြင့်ဟော်မုန်းတစ်မျိုး၏ပစ်မှတ်ဆဲလ်များတွင်အမြေးပါးလက်ခံသောပစ္စည်းရှိသည် ဒီဟော်မုန်းနဲ့တွဲဖို့ မရည်ရွယ်ဘဲဆဲလ်များသည်မလွှမ်းမိုးပါ။ ၎င်းတို့ကိုရောက်ရှိစေသောမည်သည့်သွေးမှမဆိုဟော်မုန်းများကြောင့်ဖြစ်သည်။
- **Neurohormones** သည်သွေးထဲသို့ထုတ်လွှတ်သောဟော်မုန်းများဖြစ်သည် *neurosecretory* အာရုံခံ။ သာမန်အာရုံခံများကဲ့သို့ neurosecretory ဖြစ်သည် neurons များသည်လျှပ်စစ်အချက်ပြများကိုတုံ့ပြန်နိုင်ပြီးလျှပ်စစ်အချက်ပြခြင်းကိုလုပ်ဆောင်နိုင်သည် သို့သော်တိုက်ရိုက်အာရုံစူးစိုက်မှုကို ဦး တည်သောဆဲလ်များထဲမှ neurosecretory တစ်ခုဖြစ်သည် neuron သည်၎င်း၏ဓာတု messenger ဖြစ်သော neurohormone ကိုထုတ်လွှတ်သည် သင့်တော်သောလှုံ့ဆော်မှုကြောင့်သွေး neurohormone သည် ထို့နောက်အဝေးမှပစ်မှတ်ဆဲလ်များသို့သွေးမှတဆင့်ဖြန့်ဝေသည်။ တစ်ခုရှိတယ် ဥပမာအားဖြင့် *vasopressin* သည် အာရုံကြောဆဲလ်များမှထုတ်လုပ်သောဟော်မုန်းဖြစ်သည် ကျောက်ကပ်ကရေဓာတ်ထိန်းသိမ်းမှုကိုအားပေးတဲ့ ဦး နှောက် ဆီးဖွဲ့စည်းခြင်း ထို့ကြောင့် endocrine ဆဲလ်များကဲ့သို့ neurosecretory ဖြစ်သည် ဦး နှောက်အာရုံကြောများသည်သွေးမှသယ်ဆောင်လာသောဓာတုစေတမန်များကိုထုတ်ပေးသည် သာမန် neurons များသည် short-range neurotransmitters များကို a သို့ပေါင်းသည် အကန့်အသတ်မဲ့နေရာ အနာဂတ်မှာယေဘုယျအားဖြင့် ဟော်မုန်းပါ လိမ့်မယ် tacitly တွင်သွေးမှရသောဟော်မုန်းနှင့် neurohormonal နှစ်ခုလုံးပါဝင်သည် စေတမန်။

ကိစ္စတိုင်းတွင် extracellular chemical messengers များကိုလွှတ်သည် ဆဲလ်တစ်မျိုးမှတစ်မျိုးသို့ပို့ဆောင်ရန်အခြားပစ်မှတ်ဆဲလ်များနှင့်အပြန်အလှန်ဆက်သွယ်သည်။ ပစ်မှတ်ဆဲလ်များတွင်လိုချင်သောအကျိုးသက်ရောက်မှုအကြောင်း အခုငါတို့အာရုံပြောင်းသွားပြီ ဤဓာတုစေတမန်များသည်မှန်ကန်သောဆယ်လူလာကိုမည်သို့ဖြစ်ပေါ်စေသနည်း တုံ့ပြန်မှု

extracellular ဓာတုစေတမန်များကဆောင်ကြဉ်းပေးသည် အချက်ပြလှိုင်းမှုအစီကအားဖြင့်ဆဲလ်တုံ့ပြန်မှု

signal transduction ဟူသောဝေါဟာရ သည်လုပ်ငန်းစဉ်ကိုရည်ညွှန်းသည် အဝင်အချက်ပြများ (extracellular chemical မှညွှန်ကြားချက်များ messengers) တွေကိုသူတို့ရှိနေတဲ့နေရာဆဲလ်တွေဆီကိုပို့ပေးတယ် အမိန့်ပေးဆယ်လူလာတုံ့ပြန်မှုအဖြစ်ပြောင်းလဲခဲ့သည်။ နှောင်ကြိုးဟိ၏ extracellular chemical messenger သည် signal အတွက်ပမာဏဖြစ်သည် ဆဲလ်တစ်ခုသည်အလုပ်တစ်ခုပြီးမြောက်ရန် signal transduction အတွင်းမှာ၊ extracellular signal ကို transduced (သို့) ပုံစံသို့ပြောင်းသည် ပြီးမြောက်ရန် intracellular လှုပ်ရှားမှုများကိုပြုပြင်ရန်လိုအပ်သည် လိုချင်သောရလဒ် (*transducer* သည်စွမ်းအင်ကိုလက်ခံနိုင်သောကိရိယာတစ်ခုဖြစ်သည်။ စနစ်တစ်ခုမှတစ်ခုသို့အခြားပုံစံတစ်ခုမှတစ်ခုသို့ပို့လွှတ်သည် စနစ်။ ဥပမာအားဖြင့်သင်၏ရေဒီယိုသည်ထုတ်လွှတ်သောရေဒီယိုလှိုင်းများကိုလက်ခံသည် အသံလွှင့်ဌာနမှထုတ်လွှင့်သည် သင့်နားမှထောက်လှမ်းနိုင်သောအသံလှိုင်းပုံစံများ။)

အချက်ပြ transduction သည်ကွဲပြားသောယန္တရားများမှဖြစ်ပေါ်သည်။ messenger နှင့် receptor အမျိုးအစားကိုဆိုင်းငံ့ထားသည်။ Lipid တွင်ပျော်ဝင်နေသော ex- tracellular ဓာတုစေတမန်များဖြစ်သောကိုလက်စထရောမှဆင်းသက်လာသည် steroid ဟော်မုန်းများပျော်ဝင်ပြီးဆဲလ်ထဲသို့ ဝင်ရောက်သည် ပစ်မှတ်ဆဲလ်၏ပလာစမာ၏ lipid bilayer ကိုဖြတ်သန်းသည်

အမြေးပါး။ ထို့ကြောင့်၎င်း extracellular ဓာတုစေတမန်များသည်ပေါင်းစည်းသည် လိုချင်သောအတွင်းပိုင်းကိုစတင်ရန်ပစ်မှတ်ဆဲလ်အတွင်းမှ receptors များသို့ ပြောင်းလဲမှုများ။ ဤအပြောင်းအလဲများသည်အထူးသဖြင့်မျိုးရိုးဗီဇလုပ်ဆောင်မှုကိုပြောင်းလဲခြင်းဖြင့်သူတို့ကိုယ်သူတို့တုံ့ပြန်သည်။ အားဖြင့် စီစဉ်ကျင်းပဲ့ဘက်အနေနှင့်ရေတွင်ပျော်ဝင်နိုင်သော extracellular ဓာတုစေတမန်များသည် ၎င်းတို့သည်ပျော်ဝင်မှုအားနည်းသောကြောင့်ပစ်မှတ်ဆဲလ်ထဲသို့ ဝ င်ခွင့်မရပါ ၎င်းတို့သည် lipid ရှိပြီး plasma အမြေးပါးတွင်မပျော်နိုင်ပါ။ အမေ- jor ရေတွင်ပျော်ဝင်နိုင်သော extracellular messengers များသည်ပရိုတိန်း mones ကိုသွေးနှင့် neurotransmitters များမှထုတ်လွှတ်သည် အာရုံကြောအဆုံးများမှ ဒီ messengers တွေကဆဲလ်တွေကို per- ကိုအချက်ပြပါတယ်။ မျက်နှာပြင်အမြေးပါးနှင့်ပထမဆုံးစည်းနှောင်ခြင်းဖြင့်ပေးထားသောတုံ့ပြန်မှုကိုပြုလုပ်ပါ ထို messenger အတွက်အထူးသဖြင့်ခြားလက်ခံသော receptors များ ဒီစည်းနှောင်အား နောက်ဆုံးတွင် a ကိုထိန်းချုပ်သော intracellular အဖြစ်အပျက်များကိုအစီအစဉ်တစ်ခုစီပေးသည် အမြေးပါးသယ်ယူပို့ဆောင်ရေးကဲ့သို့သီးခြားဆဲလ်လှုပ်ရှားမှုများ၊ ဖွဲ့စည်းမှု၊ ဇီဝဖြစ်ခြင်း၊ ကျုံ့ခြင်း (သို့) ခွဲခြင်းနှင့်ကွဲပြားခြင်း

ဖြစ်နိုင်ချေရှိသောတုံ့ပြန်မှုများကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့်လည်းရှိနေပါသည် extracellular messenger (**ပထမ ဦး ဆုံး messenger**) ဟုလည်းခေါ်သည် ၎င်း၏လိုက်ဖက်သောမျက်နှာပြင်အမြေးပါးလက်ခံသူသည် de- ကိုဖြစ်ပေါ်စေသည်။ ယေဘုယျအားဖြင့်နည်းလမ်းသုံးမျိုးဖြင့်အဓိကလုပ်ဆောင်သည်။ (၁) လက်ခံသူကိုယ်တိုင်တွင်တည်ရှိသော *receptor-channels* များဖွင့်သို့မဟုတ်ပိတ်ခြင်း၊ (၂) *receptor-enzymes* ကိုသက်ဝင်စေခြင်း (သို့) (၃) ဒုတိယအကြိမ်အသက်သွင်းခြင်းဖြင့် *G-protein-coupled receptors* မှတဆင့် messenger လမ်းကြောင်း များ ကြောင့်ဖြစ်သည် ဤဖြစ်ရပ်များ၏ယေဘုယျသဘောသဘာဝကိုတစ်ခုချင်းစီထပ်မံဆန်းစစ်ကြည့်ကြစို့ အနီးကပ် (• ပုံ ၄-၂၁) ။

အချို့သော extracellular ဓာတုစေတမန်များ ဓာတုဗေဒကန့်သတ်ထားသော receptor-channels များကိုဖွင့်ပါ။

extracellular messengers အချို့ကပေးအပ်သောတာဝန်ကိုထမ်းဆောင်သည် ဓာတုဗေဒအလိုအရလက်ခံထားသောချန်နယ်များကိုဖွင့်သို့မဟုတ်ပိတ်သည် အမြေးပါးတစ်လျှောက်တွင်အထူးအိုင်းယွန်းများ၏ရွေ့လျားမှုကိုထိန်းညှိရန် ဤကိစ္စတွင်ခုနစ်, အဲဒီ *receptor* သည်ဟာသူတစ်ခုအိုင်းရုပ်သံလိုင်းအဖြစ်တာဝန်ထမ်းဆောင် (• ပုံ 4-21a) သင့်တော်သော extracellular messenger နှင့်ချိတ်ဆက်သောအခါ အဆိုပါ **အဲဒီ receptor-channel,** channel ကိုဖွင့်လှစ်သို့မဟုတ်ပိတ်, မှုတည်. signal ပေါ်မှာ။ (နှောင်ဆွေးနွေးတဲ့အခါအဆင်ပြေဖို့အတွက်ပါ ပိုမိုတိကျစွာအားဖြင့် receptor-channels များကိုကျွန်ုပ်တို့ကပုံအဖြစ်များတာကိုသာရည်ညွှန်းသည် ချန်နယ်များဖွင့်ရာ၌စ်ခြင်း။) ဥပမာတစ်ခုသည်ဓာတုဗေဒဖွင့်ဖြစ်သည် reyn တွင် subsynaptic အမြေးပါး၌ကန့်သတ်ထားသော receptor-channel များ neurotransmitter binding မှ sponse ဖြစ်သည်။ ထွက်ပေါ်လာတဲ့အတို၊ အတို မှတ်စုတစ်လျှောက်တွင်အားသွင်းထားသောအိုင်းယွန်းများရွေ့လျားနေထိုင်ခဲ့သည်။ brane သည်ဤပွင့်လင်းသောလမ်းကြောင်းများမှတဆင့်လျှပ်စစ်ကိုထုတ်ပေးသည် အချက်များ - ဤဥပမာတွင် EPSPs နှင့် IPSPs

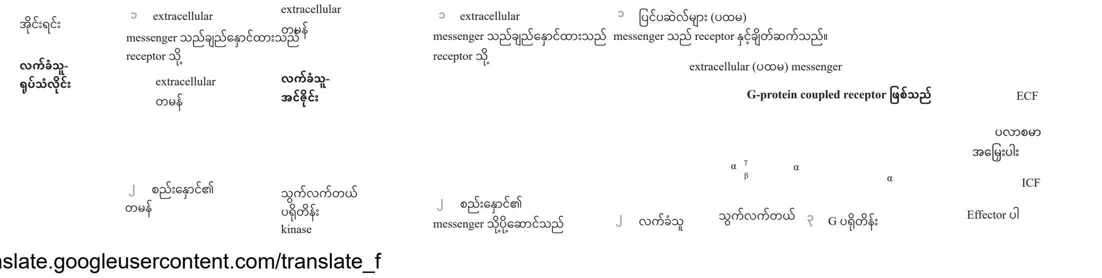
တုံ့ပြန်မှုပြီးဆုံးသောအခါ extracellular messenger သည် receptor site မှဖယ်ထုတ်ပြီး၊ ဓာတုဗေဒကန့်သတ်ထားသည် ချန်နယ်များတစ်ဖန်ပြန်ပိတ်လိုက်သည်။ မှတ်စုများကို ဖြတ်၍ ရွေ့လျားနေသောအိုင်းယွန်းများ brane သည်ဖွင့်ထားသောလမ်းကြောင်းများမှတဆင့်တုံ့ပြန်မှုကိုပြန်လည်ဖြစ်ပေါ်စေသည်။ အထူးအမြေးပါးသယ်ဆောင်သူများကၡင်းတို့၏မူလနေရာကိုလှည့်သည်။

အချို့သော extracellular ဓာတုစေတမန်များ receptor-enzymes ကိုအသက်သွင်းသည် tyrosine kinase လမ်းကြောင်းမှတဆင့်

၎င်းတို့သည်မ ဝ င်နိုင်သော extracellular ဓာတုစေတမန်အများစုဖြစ်သည် ပစ်မှတ်ဆဲလ်များသည်ဓာတုဗေဒကန့်သတ်ထားသော receptor-channel များပေါ်တွင်မလုပ်ဆောင်ပါ အလိုရှိသော intracellular တုံ့ပြန်မှုကိုဖြစ်ပေါ်စေသည်။ ဒါတွေအစား ဓာတုစေတမန်များက" Psst၊ ကျော်ဖြတ်ပါ "ဖြစ်စဉ်"

ဖြစ်ရပ်အများစုတွင်အချက်ပြမှုကိုဆဲလ်အတွင်းမှတစ်ဆင့်ထုတ်လွှင့်သည် **protein kinases** သည် phosphit ကိုလှုပ်ပြောင်းပေးသောမည်သည့် enzyme အတွက်မဆိုနာမည်ဖြစ်သည်။

စာမျက်နှာ ၁၄



ဓာတုဗေဒထုတ်လွှတ်သည်
ရုပ်သံလိုင်း

ဆိုဒ်

(ဖြစ်ကောင်း
မှတဆင့်
မျိုးစုံ
အဆင့်များ)

ပရိုတိန်း၏ activation
kinase အင်ဇိုင်းဆိုက်။

activates
G ပရိုတိန်း

G ပရိုတိန်း

activates
effector ပရိုတိန်း

ပရိုတိန်း

၂ အိုင်းယွန်းများဝင်သည်။

အိုင်းရင်း
ပြည်ဝင်ခွင့်

၃ အသားဓာတ်
kinase activates
သတ်မှတ်ထားသောပရိုတိန်း

၄ Effector ပါ
ပရိုတိန်း
ထုတ်လုပ်သည်
ဒုတိယ
တမန်။

ဒုတိယအကြိမ်
တမန်

သွက်လက်တယ်
သတ်မှတ်ထားသည်
ပရိုတိန်း

၅ ဒုတိယအကြိမ်
တမန်
activates
ပရိုတင်း kinase

(ဖြစ်ကောင်း
မှတဆင့်
မျိုးစုံ
အဆင့်များ)

၃ အိုင်းယွန်းဝင်ရောက်မှု
ယူဆောင်လာသည်
လိုချင်သောရလဒ်

၄ သွက်လက်တယ်
သတ်မှတ်ထားသောပရိုတိန်း
ယူဆောင်လာသည်
လိုချင်သောတုံ့ပြန်မှု

သွက်လက်တယ်
ပရိုတိန်း
kinase

ဆဲယ်လူလာတုံ့ပြန်မှု

ဆဲယ်လူလာတုံ့ပြန်မှု

၆ အသားဓာတ်
kinase
activates
သတ်မှတ်ထားသည်
ပရိုတိန်း။

(ဖြစ်ကောင်း
မှတဆင့်
အဆင့်များစွာ)

(**က**) ဓာတုဗေဒကန့်သတ်ထားသည်
လက်ခံသူ-ရုပ်သံလိုင်း

(**ခ**) လက်ခံသူအင်ဇိုင်း

သွက်လက်တယ်
သတ်မှတ်ထားသည်
ပရိုတိန်း

• ပုံ 4-21 လုပ်ဆောင်ချက် mode ကိုအရသိရသည် receptors အမျိုးအစားများ။
(က) extracellular messenger တစ်ခုနှင့်ချိတ်ဆက်မိသောအခါ *receptor-channel* တစ်ခုပွင့်လာသည်။ ထွက်ပေါ်လာသောအိုင်းယွန်းများသည်နောက်ဆုံးတွင်ဆဲလ်တုံ့ပြန်မှုကိုဖြစ်ပေါ်စေသည်။ (ခ) ပတ်ဝန်းကျင် *receptor-enzyme* တစ်ခု၏ cytoplasmic ဘေးဘက်ရှိ zyme site ကို အသက်သွင်းသည် extracellular messenger သည်ဆဲလ်၏အပြင်ဘက်မျက်နှာစာဘက်သို့ချည်နှောင်ထားသည်။ လှုပ်ရှားက vated receptor-bound enzyme သည်နောက်ဆုံးတွင်ဆယ်လူလာတုံ့ပြန်မှုကိုဖြစ်ပေါ်စေသည်။ (ဂ) extracellular (ပထမ) messenger ကို a ၏ extracellular ဘက်သို့ချည်နှောင်ခြင်း *G-protein-coupled receptor* သည် membrane-bound effector protein အားဖြင့်အားပေးသည် G-protein ကြားခံပစ္စည်းကိုဆိုလိုသည်။ effector protein သည်အသားရည်အတွင်းသို့ cellular second messenger သည်နောက်ဆုံးတွင် cellular တုံ့ပြန်မှုကို ဦး တည်စေသည်။

၇ သွက်လက်တယ်
သတ်မှတ်ထားသည်
ပရိုတိန်းကိုပေးသည်
လိုချင်သောအကြောင်း
တုံ့ပြန်မှု

ဆဲယ်လူလာတုံ့ပြန်မှု

(**ဂ**) G-protein coupled receptor

ATP မှ phate အုပ်စုသည် intracellular protein တစ်မျိုးသို့ ဦ phosphorylation ကိုတုံ့ပြန်သောအားဖြင့်၎င်းပရိုတိန်းများသည်သူတို့၏ပုံသဏ္ဍာန်ပြောင်းလဲခြင်း နှင့် function ကို, နေကြပါတယ်ကြောင်း , *activated* နောက်ဆုံးမှာပြီးမြောက်ရန် ပထမဆုံး messenger မှညွှန်ကြားသော cellular တုံ့ပြန်မှု ကူးပြောင်းခြင်း ပုံမှန်အားဖြင့် phosphorylation ဖြစ်သော်လည်းအဆင့်တစ်ခုတည်းတွင်ဖြစ်ပေါ် နိုင်သော်လည်း ပရိုတင်းတစ်မျိုးတည်းသာပြီးမြောက်သည်။ အများအားဖြင့် ပရိုတိန်း kinases တစ်ဦးကိုခေါ်တုံ့ပြန်မှုတစ်ခုကွင်းဆက်အတွက်အရေးယူဆောင်ရွက်ရန် အဆင့်ဆင့်မှ နောက်ဆုံးသတ်မှတ်ထားသောပရိုတိန်းများသို့အချက်ပြကို ဖြတ်၍ ဖြတ်သွားသည်သူတို့လိုချင်တဲ့ဆဲယ်လူလာတုန့်ပြန်မှုကိုရစေဖို့အတွက်သူတို့ကိုတွန်းလှန်ပေးတယ်။ ဦ လိုချင်သောအကျိုးသက်ရောက်မှုကိုဆောင်ရွက်သည်။ ပရိုတင်း kinase ကိုဖွင့်ထားသည့် ဤလမ်းကြောင်း၊ အထူးသဖြင့်အသားဓာတ်များ အချက်ပြမော်လီကျူးတစ်ခု၏မျက်နှာပြင်လက်ခံသူနှင့်ချိတ်ဆက်သည် နည်းလမ်းနှစ်ခု၊ *tyrosine kinase* လမ်းကြောင်း သို့မဟုတ် ဒုတိယ *messenger* လမ်းကြောင်း ။

tyrosine kinase လမ်းကြောင်းတွင်နှစ်ခုအနက်အရိုးရှင်းဆုံးဖြစ်သည် လမ်းကြောင်းများ၊ လက်ခံသူကိုယ်တိုင်ကအင်ဇိုင်းတစ်ခု ဟုခေါ်သည် ၎င်း၏ပရိုတင်းတွင်ပရိုတင်း kinase ပါ ဝ င်သော **receptor-enzyme** အဆိုပါ cytoplasm ရင်ဆိုင်နေရကြောင်း tion (တွေ့မြင် • ပုံ 4-21b) ။ အသက်သွင်းသည့်အခါ protein kinase၊ သင့်လျော်သော extracellular messengers များရှိရမည်

ဤအရာနှစ်ခုကိုတစ်တွဲအဖြစ်စုဝေးစေသည်။ ထို့နောက် receptor's protein kinase သည် phosphate ကိုထည့်ပေးသည် အဲဒီ receptor ကိုယ်တိုင်ကမှအုပ်စုများ (• ပုံ 4-22) ။ သတ်မှတ်ထားသော pro- ဆဲလ်အတွင်းမှအရွက်များသည်အသိအမှတ်ပြုပြီး phosphorylated နှင့်ချည်နှောင်သည် သော်လည်းသူ။ ထို့နောက်လက်ခံသူ၏ပရိုတင်း kinase သည် phosphate ကိုထည့်သည် ချည်နှောင်ထားသောပရိုတင်းများကိုအုပ်စုများ ထို့ကြောင့် phosphorylation၊ ပရိုတိန်းအားလုံးသည်မိမိတို့နှင့်လုပ်ဆောင်ချက်ကိုပြောင်းလဲစေပါသည်။ ၎င်းတို့သည် phosphorylated ကိုလက်ခံသူနှင့်သတ်မှတ်ထားသောပရိုတိန်းနှစ်မျိုးလုံးတွင်တွေ့ရသည် amino acid tyrosine ပါဝင်ပါတယ်။ ဤထူးခြားမှုကြောင့်၊ ထိုကဲ့သို့သော receptor-enzymes များကို **tyrosine kinases** ဟုခေါ်သည် ။ ဟော်- mone insulin သည်ဂလူးကို့စ်ကိုထိန်းသိမ်းရာတွင်အဓိကအခန်းကဏ္ဍပါဝင်သည် homeostasis သည် tyrosine kinases မှတဆင့်၎င်း၏အကျိုးသက်ရောက်မှုကိုပေးသည်။ ထို့အတူများစွာ ဆဲလ်ကြီးထွားမှုနှင့်ကွဲပြားခြင်းကိုထိန်းညှိရန်ကူညီသောတိုးတက်မှုအချက်များ၊ အဖြစ် တွင် *nerve growth factor* နှင့် *epidermal growth factor,* ဒီကနေတဆင့်အရေးယူဆောင်ရွက် လမ်းကြောင်း။

စာမျက်နှာ ၁၅

extracellular စေတမန်
(အချက်ပြမော်လီကျူးများ)

ECF

ပလာစမာ
အမြှေးပါး

ICF

Tyrosine ဆေး kinase
လက်ခံသူ အင်ဇိုင်း

၁ extracellular နှစ်ခု
စေတမန်များစည်း
receptors နှစ်ခုသို့
receptors အတွဲ၊
receptor ကိုသက်ဝင်စေသည်
ပရိုတင်း kinase site

Ⓟ Tyr Tyr Ⓟ
Ⓟ Tyr Tyr Ⓟ
Ⓟ Tyr Tyr Ⓟ

ATP
ADP

၂ ပရိုတင်း kinase ဆိုဒ်
self-phosphorylates
receptor's tyrosines ဖြစ်သည်။

အသားဓာတ်
kinase
များတယ်
(တက်ကြွ)

ATP ADP

Ⓟ

၃ မလှုပ်ရှားဟုသတ်မှတ်ထားသည်
ပရိုတင်းသည် receptor နှင့်ချိတ်ဆက်သည်၊
phosphorylates ဖြစ်သည်
ပရိုတင်း၊ ၎င်းကိုသက်ဝင်စေသည်။

မလှုပ်မရှား
သတ်မှတ်ထားသည်
ပရိုတိန်း

(အပြောင်းအလဲများ ပုံသဏ္ဍာန်နှင့်
function)

သွက်လက်တယ်
သတ်မှတ်ထားသည်
ပရိုတိန်း

၄ အသက်ဝင်သည့်ဟုသတ်မှတ်သည်
ပရိုတိန်းကိုဖြစ်ပေါ်စေတယ်
လိုချင်သောတုံ့ပြန်မှု

သော့ချက်

Ⓟ = ဖော့စဖိတ်
Tyr = Tyrosine

**ဆဲယ်လူလာ
တုံ့ပြန်မှု**

• ပုံ 4-22 tyrosine kinase လမ်းကြောင်း။

စပွန်ဆာ တုံ့ပြန်မှုအပြောင်းအလဲသည်ကျွမ်းကျင်မှုပေါ်မူတည်သည်။ အသုံးပြုသောယန္တရားပေါ်တွင်မဟုတ်ဘဲဆဲလ်၏လုပ်ဆောင်ချက်

ယနေ့သတ်မှတ်ထားသောဆေးအားလုံး၏ထက်ဝက်ခန့်သည် G- ကိုအသုံးပြုသည်။ protein-coupled receptors များ။ ဒီ receptors များပါ ဝ င်သည် ခန္ဓာကိုယ်ရဲလုပ်ငန်းဆောင်တာအများစုမှာတစ်နည်းနည်းနဲ့ဖြစ်တာကြောင့်သူတို့ကအရေးကြီးပါတယ်။ မတူညီသောရောဂါများကိုကုသရန်အသုံးပြုသောမူးယစ်ဆေးဝါးအမျိုးမျိုးအတွက် tant ပစ်မှတ်များ ဥပမာအားဖြင့်၎င်းတို့တွင်သွေးတိုးကိုလျှော့ချရန်သုံးသောဆေးများပါဝင်သည် ဖိအားများခြင်း၊ နှလုံးအားနည်းခြင်းကိုကုသရန်၊ အစာအိမ်ကိုဖိနှိပ်ရန် ပန်းနာရင်ကြပ်ရောဂါလက္ခဏာများသက်သာစေရန်အက်စစ်၊ လေပွင့်ထွက်စေခြင်း၊ ကြီးသောဆီးကိုတ်သည် histamine ကြောင့်ဖြစ်ပေါ်သောဓာတ်မတည့်တုံ့ပြန်မှုကိုတားဆီးရန်၊ နာကျင်မှုသက်သာစေရန်နှင့်ဟော်မုန်းမှီဝဲကင်ဆာများကိုကုသရန်။

tyrosine kinase နှင့် protein kinases များ၏အကျိုးသက်ရောက်မှုများ second-messenger signal transduction pathways သည်ပြောင်းပြန်ဖြစ်သည် **protein phosphatases** ဟုခေါ်သောအခြားအင်ဇိုင်းအုပ်စုတစ်ခု ၊ သတ်မှတ်ထားသောပရိုတင်းများမှဖော့စဖိတ်အုပ်စုများကိုဖယ်ရှားပေးသည်။ ပရိုတင်း kinases များနှင့်မတူဘဲ၊ ၎င်းသည်အရာ ဝ တ္ထုပြောင်းတစ်ခုတွင်သာလှုပ်ရှားသည်။ tracellular messenger သည်မျက်နှာပြင်အမြှေးပါးလက်ခံသူနှင့်ချည်နှောင်သည်။ protein phosphatases အများစုသည်အဆက်မပြတ်လုပ်ရှားနေသည် ဆဲလ်များ ဒီဇိုင်းများမှဖော့စဖိတ်အုပ်စုများကိုအဆက်မပြတ်ဖယ်ရှားခြင်းဖြင့် ရင်နီးသောပရိုတိန်းများ။ ပရိုတင်း phosphatases သည်ရောဂါတစ်ခုကိုလျင်မြန်စွာပိတ်စေသည်။ ၎င်း၏အချက်ပြမော်လီကျူးမရှိတော့လျှင် nal transduction pathway ဆဲလ်မျက်နှာပြင်တွင်ချည်နှောင်ထားသည်။

အချို့ neurotransmitters များသည် intracellular မှတဆင့်လုပ်ဆောင်သည် ဒုတိယ messenger စနစ်များ အများစုမှာ neurotransmitters အားလုံးမဟုတ်သော်လည်းအများစုဖြစ်သည် ဓာတုဗေဒကန့်လန့်ကာပုံစံပြောင်းလဲခြင်းဖြင့်လုပ်ဆောင်သည် လက်ခံနိုင်သော-ချန်နယ်များ၊ အမြှေးပါးစိမ့်ဝင်မှုနှင့်ပြောင်းလဲခြင်း postsynaptic အမြှေးပါးကို ဖြတ်၍ ion fluxes သည်ဖြစ်စဉ်တစ်ခုဖြစ်သည် သင်သိပြီးသားဖြစ်သည်။ Synapses များသည်ဤလျင်မြန်မှုနှင့်ပတ်သက်သည် တုံ့ပြန်မှုများကို **“ မြန်” synapses** ဟုယူဆသည် ။ သို့သော်နောက်တစ်ခု အချို့သော neurotransmitters များအသုံးပြုသော synaptic transmission ပုံစံ၊ *serotonin* ကဲ့သို့ intracellular second ၏ activation လည်းပါ ဝ င်သည်

extracellular ဓာတုစေတမန်အများစုက ဒုတိယ messenger လမ်းကြောင်းများကိုသက်ဝင်စေပါ G-protein-coupled receptors မှတဆင့်

ဒုတိယ messenger လမ်းကြောင်းအား the binding ၏အစပြုသည် ပထမဆုံး messenger (alias extracellular chemical messenger, alias signal molecule) သည်၎င်းအတွက်သီးခြားအမြှေးပါးလက်ခံသူထံသို့ ဒီလမ်းကြောင်းထဲမှာ, အဲဒီ *receptor* တစ်ဦးက *G* ပရိုတင်းနဲ့အတူဒွန်တွဲနေသည် appropriately တစ်ဦးကိုခေါ်, **G-ပရိုတိန်း-coupled receptor,** အရာမြွေ အမြှေးပါးအားဖြင့်ခုနစ်ကြိမ် (• ပုံ ၄-၂၁c ကိုကြည့်ပါ) ။ ချိတ်- ပထမဆုံး messenger မှ receptor သို့ **G protein ကို** activates ၊ ၎င်းသည်အပိတ်အပိတ်အမြှေးပါးကြားခံအဖြစ်ဆောင်ရွက်သည် အနီးအနားရှိအမြှေးပါးတစ်ခု၏လုပ်ဆောင်ချက်ကိုပြောင်းလဲရန်အမြှေးပါးတစ်လျှောက် protein ကို **effector** protein ဟုခေါ်သည် ။ ပြောင်းလဲပြီးသည်နှင့်အကျိုးသက်ရောက်မှု ပရိုတိန်းသည် intracellular ၏အာရုံစူးစိုက်မှုကိုတိုးတက်စေသည် messenger ကို **ဒုတိယ messenger ဟုခေါ်သည်။** ဒုတိယ messenger သည်အမိန့်များကိုဇီဝဓာတုဗေဒလက်ဆင့်ကမ်းမှုမှတဆင့် နောက်ဆုံးတွင်ပုံသဏ္ဍာန်ပြောင်းလဲမှုကိုဖြစ်ပေါ်စေသောဆဲလ်အတွင်း၌ရှိသောအရာများ သတ်မှတ်ထားသောပရိုတင်းများ၏လုပ်ဆောင်ချက်နှင့် ဒါတွေကိုအသက်သွင်းသတ်မှတ်ထားပါတယ် ပရိုတိန်းသည် ဦး စွာလုပ်ဆောင်ပေးသောဆယ်လူလာတုံ့ပြန်မှုကိုပြီးမြောက်စေသည် တမန်။ အများအားဖြင့်ဒုတိယ messenger သည် an ကို activate လုပ်သည် intracellular protein kinase သည် phosphorylation သို့ပို့ဆောင်ပေးသည် ထို့ကြောင့်သတ်မှတ်ထားသောပရိုတိန်းများ၏လုပ်ဆောင်ချက်ကိုပြောင်းလဲစေသည် ဒုတိယ messenger မှဖွင့်ထားသောလမ်းကြောင်းများသည်သိသိသာသာဆင်တူသည် ကွဲပြားခြားနားသောဆဲလ်များအကြားတွင်အဆုံးစွန်ဆုံးပြန်လည်ဖြစ်ပေါ်မှုကွဲပြား

စေမှန်းကိုအဲ့ဖြစ်မှုဥ်စီးကြီးသည့် ''နေ့စေ'' synapses သည်ဤပြန်လည်ဘာဖြစ်လို့လဲဆိုတော့ စပွန်ဆာများသည်ထိုထောက်ပံ့မှုများထက်ပိုကြာရှည်လေ့ရှိသည်။ မြန်သော synapses များဖြင့်ပြုလုပ်ထားသည်။ ဥပမာ neurotransmitter-activated ဒုတိယစေတမန်များသည်ရေရှည် postsynaptic ဆယ်လူလာကိုဖြစ်ပေါ်စေနိုင်သည် ဦး နှောက်အာရုံကြောကြီးထွားမှုနှင့်ဖွံ့ဖြိုးမှုတို့နှင့်ဆက်စပ်သည်ဟုယူဆသောပြောင်းလဲမှုများ မှတ်ဉာဏ်၊ သင်ယူမှုနှင့်မှတ်ဉာဏ်တို့တွင်အခန်းကဏ္ဍ play တစ်ခုဖြစ်နိုင်သည်။

ဆဲလ်အမျိုးအစားပေါ် မူတည်၍ ပထမဆုံး messenger သည်လည်းကောင်းနိုင်သည် ပစ်မှတ်ဆဲလ်မှလွတ်မြောက်ပြီးနောက်ဆုံးတွင်၎င်းသည်ပျက်စီးသွားသည် အသည်းနှင့်/သို့မဟုတ်ဆီး၌စွန့်ထုတ်ခြင်း (သို့) ပထမနည်းလမ်းမှာ senger နှင့် receptor complex တို့ကိုလုပ်ဆောင်ချက်မှဖယ်ရှားနိုင်သည် receptor-mediated endocytosis ဖြစ်ပြီး receptor နှင့် receptor နှစ်ခုစလုံးတွင်ရှိသည် extracellular chemical messenger ကိုပစ်မှတ်အားဖြင့်ထည့်သွင်းထားသည် ဆဲလ် (စာမျက်နှာ ၃၁) ကိုကြည့်ပါ။

Second-messenger systems ကိုတစ်လျှောက်လုံးတွင်တွင်ကျယ်စွာအသုံးပြုနေကြသည် ခန္ဓာကိုယ်အတွက်အဓိကအကျဆုံးနည်းလမ်းများအနက်မှတစ်ခုအပါအ ဝ င်ဖြစ်သည် ရေတွင်ပျော်ဝင်နိုင်သောဟော်မုန်းများသည်နောက်ဆုံးတွင်သူတို့၏အကျိုးသက်ရောက်မှုကိုဖြစ်ပေါ်စေသည်။ ကဲငါတို့ဟော်မုန်းဆက်သွယ်ရေးကိုအာရုံစိုက်ကြည့်ရအောင် တိကျသော second messenger စနစ်များကိုအသေးစိတ်ထပ်မံစစ်ဆေးလိမ့်မည်။

ဟော်မုန်းမိတ်ဆက် ဆက်သွယ်ရေး

Endocrinology သည် homeostatic ဓာတုပြုပြင်မှုကိုလေ့လာသည်။ ဟော်မုန်းများဖြင့်ပြီးမြောက်သောအခြားလုပ်ဆောင်ချက်များ endocrine ဂလင်းများမှသွေးထဲသို့လျှို့ဝှက်သည်။ အရင်တုန်းကငါတို့

စာမျက်နှာ ၁၆

AB ဇယား ၄-၄ **ဟော်မုန်းများ၏ဓာတုအမျိုးအစား**

		AMINES		
ဂုဏ်သတ္တိများ	**Peptides**	**Catecholamines နှင့် Indoleamines ဆေး**	**သိုင်းရွိုက်ဟော်မုန်း**	**စတီးရွိုက်များ**
ပျော်ဝင်မှု	Hydrophilic ဖြစ်သည်	Hydrophilic ဖြစ်သည်	Lipophilic ဖြစ်သည်	Lipophilic ဖြစ်သည်
ဖွဲ့စည်းပုံ	တိကျသောအမိုင်နိုကွင်းဆက်များ အက်ဆစ်	Tyrosine ဆင်းသက်လာ (catecholamines) သို့မဟုတ် tryptophan ဆင်းသက်လာ (indoleamines)	အိုင်အိုဒင်းပါသော tyrosine ဆင်းသက်လာသည်	ကိုလက်စထရောမှဆင်းသက်လာသည်
ပေါင်းစပ်ခြင်း	ကြမ်းတမ်းသော endoplasmic re- တွင် ticulum; Golgi တွင်ထုပ်ပိုးထားသည် ရှုပ်ထွေး	cytosol တွင်	အတွင်းမှ colloid တွင်ရှိသည် သိုင်းရွိုက်ဂလင်း (ကြည့်ပါ p ၆၉၁)	အဆင့်ဆင့်ပြုပြင်ခြင်း ကိုလက်စထရောမော်လီကျူး intracellular အမျိုးမျိုးတွင် အခန်းများ
သိုလှောင်မှု	လျှို့ဝှက်ပမာဏများစွာရှိသည် granules များ	secretory granules များတွင်	colloid တွင်	သိုလှောင်မထားပါ; ကိုလက်စထရော lipid ကိုရှေ့ပြေး ဖွဲ့
လျှို့ဝှက်ချက်	အမှုန့်များ၏ exocytosis	အမှုန့်များ၏ exocytosis	colloid ၏ Endocytosis	ရိုးရှင်းသောပျံ့နှံ့မှု
ပို့ဆောင်ရေး သွေး၌	အခမဲ့ဟော်မုန်းအဖြစ်	ပလာစမာနှင့်တစ်ဝက်ချည်ထားသည် ပရိုတိန်း	များသောအားဖြင့်ချည်နှောင်ထားသည် ပလာစမာပရိုတိန်း	အများအားဖြင့်ပလာစမာနှင့်ချည်နှောင်ထားသည် ပရိုတိန်း
လက်ခံသူ ဆိုက်	ပစ်မှတ်ဆဲလ်၏မျက်နှာပြင်	ပစ်မှတ်ဆဲလ်၏မျက်နှာပြင်	ပစ်မှတ်ဆဲလ်အတွင်း	ပစ်မှတ်ဆဲလ်အတွင်း
ယန္တရား လှုပ်ရှားမှု၏	ဒုတိယအကြိမ်အသက်သွင်းခြင်း messenger လမ်းကြောင်းမှ အရင်တုန်းကဖြစ်ခဲ့တဲ့လှုပ်ရှားမှု ထုတ်လုပ်သောပရိုတင်းများ အကျိုးသက်ရောက်မှု	ဒုတိယအကြိမ်အသက်သွင်းခြင်း messenger လမ်းကြောင်းမှ အရင်တုန်းကဖြစ်ခဲ့တဲ့လှုပ်ရှားမှု ထုတ်လုပ်သောပရိုတင်းများ အကျိုးသက်ရောက်မှု	တိကျသောအသက်သွင်းမှု မျိုးဗီဇအသစ်များဖြစ်စေသည် ပရိုတိန်း အကျိုးသက်ရောက်မှုကိုပေးပါ	တိကျသောအသက်သွင်းမှု မျိုးဗီဇအသစ်များထုတ်လုပ်ရန် teins များကိုထုတ်လုပ်သည် အကျိုးသက်ရောက်မှု
ဟော်မုန်းများ ဤအမျိုးအစား	ဟော်မုန်းအများစု	Catecholamines: ဟော်မုန်း adrenal medulla မှ hypothala မှ dopamine mus ။ Indoleamines: mela- pineal မှ tonin	ဟော်မုန်းများမှသာထုတ်သည် follicular ဆဲလ်များ သိုင်းရွိုက်	ကြော်ငြာမှဟော်မုန်းများ renal cortex နှင့် gonads နှင့်အချို့သော placental hor mones; ဗီတာမင်ဒီ (က) ဟော်မုန်း) သည် steroid ကဲ့သို့ဖြစ်သည်

အောက်ခံမော်လီကျူးများနှင့်ဆယ်လူလာယန္တရားများကိုရေးထားသည် အာရုံကြောစနစ် - အာရုံကြောများအတွင်းနှင့်လျှပ်စစ်အချက်ပြမှု အာရုံခံများအကြားအချက်ပြဓာတုပစ္စည်းများကူးစက်ခြင်း ငါတို့အခု ဟော်မုန်းလုပ်ဆောင်မှု၏မော်လီကျူးများနှင့်ဆဲလ်သေလက္ခဏာများကိုအာရုံစိုက်ပါ အာရုံခံပုံတွေရဲ့တူညီမှုနဲ့ကွာခြားချက်တွေကိုနှိုင်းယှဉ်ပါ နှင့် endocrine ဆဲလ်များသည်သယ်ဆောင်ရာတွင်အခြားဆဲလ်များနှင့်ဆက်သွယ်သည် သူတို့ရဲ့စည်းမျဉ်းစည်းကမ်းလုပ်ဆောင်ချက်တွေကိုဖယ်ထုတ်လိုက်ပါ။

ဟော်မုန်းများကိုဓာတုဗေဒအရခွဲခြားသည်

peptides, amines, and *steroids,* နှင့်/သို့မဟုတ်အရင်းအမြစ် တို့ဖြစ်သည် (အောက်ပါအတိုင်း ▲ စားပွဲတင် 4-4):

၁။ **Hydrophilic** (" ရေကို **နှစ်သက်သော** ") **ဟော်မုန်း** များသည်အလွန်ရေဓာတ်ဖြစ်သည် ပျော်ဝင်နိုင်ပြီး lipid ပျော်ဝင်မှုနိမ့်သည်။ hydrophilic ဟော်မုန်းအများစု peptide (သို့) ပရိုတိန်းဟော်မုန်းများသည်တိကျသောအမိုင်နိုများပါ ဝ င်သည် ကွဲပြားခြားနားသောအရှည်၏ကွင်းဆက်တစ်ခု၌အက်ဆစ်များစီထားသည်။ သံကြိုးပိုတိုသည် peptides ဖြစ်ကြပြီးပိုရှည်သောသူများမှာပရိုတင်းများဖြစ်သည်။ အဆင်ပြေစေရန်၊ **ကျွန်ုပ်တို့သည်** ဤအမျိုးအစားတစ်ခုလုံးကို **peptides** အဖြစ်ရည်ညွှန်းသည် ။ မှအင်ဆူလင် ပန်ကရိယသည် peptide ဟော်မုန်းတစ်ခုဖြစ်သည်။ အဆိုပါ **Amin** ဒါကြောင့်အဟုခေါ်သည်

[hydrophilic သို့မဟုတ် lipophilic ကဲ့သို့](#) ဟော်မုန်းများကို အမြဲခွဲခြားထားပြီး စုနစ်စုခွဲသည်
သူတို့ရဲ့ပျော်ဝင်နိုင်စွမ်းဂုဏ်သတ္တိများ: *hydrophilic* နှင့် *lipophilic* ဟော်မုန်းများ
ဟော်မုန်းများကိုငင်းတို့၏ဇီဝဓာတုဗေဒအရခွဲခြားနိုင်သည်

hydrophilic အမိုင်းနီးနှစ်မျိုး (catecholamines နှင့် indoleamine ဟော်မုန်းများပါဝင်သည်
amines) နှင့် lipophilic hormone တစ်မျိုး (thyroid hormone) တစ်မျိုးဖြစ်သည်။
Catecholamines များသည်အမိုင်နိုအက်ဆစ် tyrosine နှင့်

စာမျက်နှာ ၁၇

adrenal medulla မှအများစုကိုလျှို့ဝှက်ထားသည်။ adrenal ဂလင်း
အတွင်း၌ adrenal medulla ကိုအပြင်ဘက်တွင်ဝန်းရံထားသည်
adrenal cortex ။ (တည်နေရာနှင့် ပတ်သက်၍ ပိုမိုလေ့လာလိမ့်မည်
endocrine ဂလင်းများ၏ဖွဲ့စည်းတည်ဆောက်ပုံနှင့်တိကျသောလုပ်ငန်းဆောင်တာများ
နောက်ပိုင်းအခန်းများတွင်ဟော်မုန်းများ) Epinephrine သည်အဓိကဆေးဖြစ်သည်။
cholamine ဟော်မုန်း။ *Indoleamines* များသည်အမိုင်နိုမှရရှိသည်
acid tryptophan နှင့် pineal gland တို့မှလျှို့ဝှက်သည်။ Melato-
nin သည်တစ်ခုတည်းသော indoleamine ဟော်မုန်းဖြစ်သည်။ အချို့ neurotransmit
ters များသည် dopamine (a catecholamine) ကဲ့သို့ amines များလည်းဖြစ်သည်
serotonin (indoleamine) တစ်မျိုးဖြစ်သည်။ Dopamine သည် ဦး နှောက်အာရုံကြောအဖြစ်လည်းလုပ်ဆောင်သည်။
ဟော်မုန်းနှင့် serotonin သည် melatonin ၀ န်ဆောင်မှုအတွက်ရှေ့ပြေးဖြစ်သည်။
အာရုံကြော၏ထပ်နေသောလှုပ်ရှားမှုများဥပမာများအဖြစ်
နှင့် endocrine စနစ်များ။

အို

အို

အို

ဟို

Testosterone၊
ယောက်ျားပီသသော
ဟော်မုန်း

Estradiol၊
အမျိုးသမီးတစ် ဦး
ဟော်မုန်း

• ပုံ **၄-၂၃ steroid ဟော်မုန်းနှစ်ခုမ်းသပ်ခြင်းနှိုင်းယှဉ်ခြင်း**
tosterone နှင့် estradiol

၂။ **Lipophilic** (“ lipid-loving”) **ဟော်မုန်း** များသည်မြင့်မားသော lipid solu-
bility နှင့်ရေတွင်ပျော်ဝင်မှုညံ့ဖျင်းသည်။ Lipophilic ဟော်မုန်းများ
clude thyroid hormone နှင့် steroid hormones တို့ဖြစ်သည်။ စတီရွိုက်
ဟော်မုန်း သည်၎င်း၏အမည်အားဖြင့်၎င်းကိုသင်အားဖြင့်သာလျှို့ဝှက်စေသည်။
roid ဂလင်း; ၎င်းသည် iodinated tyrosine ဆင်းသက်လာသည်။ သော်လည်း
catecholamines နှင့်သိုင်းရွိုက်ဟော်မုန်းနှစ်မျိုးလုံးမဆင်းသက်လာသည်
tyrosine သည်သူတို့၏ပျော်ဝင်မှုကြောင့်အလွန်ကွဲပြားခြားနားစွာပြုမူသည်
ဂုဏ်သတ္တိများ။ **Steroids** များသည်ကိုလက်စထရောမှရရှိသော neutral lipids ဖြစ်သည်။
၎င်းတို့တွင် adrenal cortex မှထုတ်လွှတ်သောဟော်မုန်းများပါဝင်သည်
cortisol နှင့်လိင်ဟော်မုန်းများ (အမျိုးသားများနှင့် estro testosterone)
အမျိုးသမီးများတွင်မျိုးပွားခြင်း) ကိုမျိုးပွားအင်္ဂါများမှလျှို့ဝှက်သည်။

ဟော်မုန်းများအကြားဓာတုဖွဲ့စည်းတည်ဆောက်ပုံအနည်းငယ်ကွဲပြားသည်
အမျိုးအစားတစ်ခုစီအတွင်းဇီဝဗေဒဆိုင်ရာကွဲပြားခြားနားမှုများဖြစ်ပေါ်လေ့ရှိသည်။
logical တုံ့ပြန်မှု ဥပမာအားဖြင့် • ပုံ ၄-၂၃ တွင်သိမ်မွေ့သည်ကိုသတိပြုပါ
steroid ဟော်မုန်း *testosterone* နှင့် အမျိုးသား ကွာခြားချက်
အမျိုးသားဟော်မုန်းသည်အမျိုးသားများ၏ဖွံ့ဖြိုးမှုကိုဖြစ်ပေါ်စေသောတာဝန်ရှိသည်။
culine ဝိသေသလက္ခဏာများနှင့် *estradiol* ၊ ၎င်းသည် estrogen တစ်မျိုးဖြစ်သည်
feminizing အမျိုးသမီးလိင်ဟော်မုန်း။

ဟော်မုန်းတစ်မျိုး၏ပျော်ဝင်နိုင်စွမ်းသည် (၁) မည်သို့ဆုံးဖြတ်သနည်း
ဟော်မုန်းကို endocrine cell (၂) မျိုးဖြင့်စီမံသည်
ဟော်မုန်းကို (၃) သွေးအတွင်းသို့မည်သို့ပို့ဆောင်သည်
ပစ်မှတ်ဆဲလ်တွင်၎င်း၏အကျိုးသက်ရောက်မှုများကိုအသုံးပြုသည်။ မတူညီတဲ့ဂုဏ်သတ္တိတွေကြောင့်
ဤဟော်မုန်းအမျိုးအစားများကို၎င်းတို့နေရာ၌စီမံဆောင်ရွက်သောနည်းလမ်းများ
၎င်းတို့၏မူလနည်းလမ်းများကိုမှန်းယှဉ်ပါ။ endocrine ဆဲလ်မူလအစ
သယ်ယူပို့ဆောင်ရေးနှင့်၎င်းတို့၏လုပ်ဆောင်မှုယန္တရားများ

[ယန္တရားများကိုပေါင်းစပ်ခြင်း၊ သိုလှောင်ခြင်း၊ ဟော်မုန်းထုတ်လုပ်မှုသည်ကွဲပြားသည် သူတို့ရဲ့ဓာတုဗေဒကွဲပြားမှုတွေကြောင့်](#)

သူတို့၏ဓာတုဗေဒကွဲပြားမှုများကြောင့်၎င်းကိုဆိုလိုသည်
ဟော်မုန်းအမျိုးမျိုးကိုပေါင်းစပ်၊ သိုလှောင်ပြီးလျှို့ဝှက်ထားသည်
ကွဲပြားသည်။

HYDROPHILIC PEPTIDE HORMONES Peptide **၏လုပ်ငန်းစဉ်**
အသုံးပြုသောတူညီသောအဆင့်များဖြင့်ဟော်မုန်းများကိုပေါင်းစပ်ပြီးလျှို့ဝှက်ထုတ်လွှတ်သည်။
ဆဲလ်မှတင်ပို့သောမည်သည့်ပရိုတင်းကိုမဆိုထုတ်လုပ်ရန်
(ကြည့်ရှု • p ။ 26, ပုံ 2-3) ။ peptide ဟော်မုန်းတွေကနေစပြီး
၎င်းတို့သည်လျှို့ဝှက်ထားသည်အထိပေါင်းစပ်ပြီး၎င်းတို့သည်အမြဲတစေခွဲခြားထားသည်
အမြေးပါးအမြေးပါးအတွင်း၌ရှိသော intracellular protein များမှ
အပိုင်းများ ဤသည်မှာဤအဆင့်များ၏အကြမ်းဖျင်းအကြမ်းဖျင်းဖြစ်သည်။

1. အကြီးစားရှေ့ပြေးပရိုတိန်း, ဒါမှမဟုတ် **preprohormones,** synthe- များမှာ
ကြမ်းတမ်းသော endoplasmic reticulum (ER) တွင် ribosomes များဖြင့်အရွယ်အစား

ထို့နောက်သူတို့သည်အမြေးများဖြင့်ဖုံးလွှမ်းထားသော Golgi ရှုပ်ထွေးသောနေရာသို့ပြောင်းရွှေ့သွားကြသည်
ချောမွေ့သော ER မှဖြတ်တောက်ထားသော vesicles များကိုသယ်ယူပါ။

၂။ သူတို့၏ ER နှင့် Golgi ရှုပ်ထွေးသောခရီးလမ်းတစ်လျှောက်၊
preprohormones များသည်တက်ကြွသောဟော်မုန်းများဖြစ်သည်။

၃။ Golgi complex သည်ပြီးစီးသောဟော်မုန်းများကိုထုပ်ပိုးသည်
လွှတ်ပြီးသိမ်းထားသော secretory vesicles များထဲသို့
သင့်တော်သောအချက်ပြသည်အထိသူတို့ cytoplasm သည်သူတို့၏အသားဓာတ်ကိုစတင်ထုတ်ပေးသည်။

၄။ သင့်တော်သောလှုံ့ဆော်မှုတွင် secretory vesicles များနှင့်ပေါင်းစပ်သည်
plasma အမြေးပါးနှင့်၎င်းတို့၏ပါဝင်မှုများကိုအပြင်သို့ထုတ်လွှတ်သည်
exocytosis (p ။ 28) ကိုကြည့်ပါ။ ထိုသို့သောစွန့်ပစ်မှုသည်ပုံမှန်အားဖြင့်မသွားပါ
အဆက်မပြတ်; ၎င်းသည်တိကျသောလှုံ့ဆော်မှုများဖြင့်သာဖြစ်ပေါ်သည်။ သွေး
ထို့နောက်ဖြန့်ဖြူးရန်လျှို့ဝှက်သောဟော်မုန်းများကိုကောက်သည်။

LIPOPHILIC STEROID HORMONES အားလုံး steroido- ၏လုပ်ငန်းစဉ်
hic (steroid ထုတ်လုပ်သော) ဆဲလ်များသည်အောက်ပါအဆင့်များအတိုင်းလုပ်ဆောင်သည်
သူတို့ရဲ့ဟော်မုန်းထုတ်ကုန်ကိုထုတ်လုပ်ပြီးထုတ်လွှတ်ပါ။

၁။ **ကိုလက်** စထရောသည် steroid အားလုံး၏ဘုံရှေ့ပြေးဖြစ်သည်
ဟော်မုန်း။

၂။ ကိုလက်စထရောမှအမျိုးမျိုးသော steroid ဟော်မုန်းများကိုပေါင်းစပ်ခြင်း
အဆင့်ဆင့် chol ကိုပြုပြင်မွမ်းမံသော enzymatic တုံ့ပြန်မှုများဆက်တိုက်လိုအပ်သည်။
lesterol မော်လီကျူး - ဥပမာအားဖြင့်အမျိုးအစားနှင့်အနေအထားကွဲပြားသည်
ကိုလက်စထရောမှုအောင်နှင့်တွဲထားသောအုပ်စုများ ကွန်မန့်တစ်ခုစီ
ကိုလက်စထရောမှသီးခြား steroid ဟော်မုန်းသို့လိုအပ်သည်
အချို့သော steroido- အကန့်အသတ်ရှိသောအင်ဇိုင်းများစွာ၏အကူအညီ
genic ကိုယ်တွင်းအင်္ဂါများ ထို့ကြောင့် steroidogenic organ တစ်ခုစီသည်တစ်ခုတည်းကိုသာထုတ်လုပ်နိုင်သည်
steroid ဟော်မုန်း (သို့) ၎င်း၌ပြီးပြည့်စုံသောဟော်မုန်းများရှိသည်
သင့်တော်သောအင်ဇိုင်းများ ဥပမာအားဖြင့်အဓိကလိုအပ်သောအင်ဇိုင်းတစ်မျိုးဖြစ်သည်
cortisol ထုတ်လုပ်ခြင်းကို adrenal cortex တွင်သာတွေ့ရသည်၊ ထို့ကြောင့်အခြားမရှိပါ
steroidogenic organ သည်ဤဟော်မုန်းကိုထုတ်လုပ်နိုင်သည်။

၃။ peptide ဟော်မုန်းများနှင့်မတူဘဲ steroid ဟော်မုန်းများကိုသိုလှောင်ထားခြင်းမရှိပါ။
ဖွဲ့စည်းပြီးသည်နှင့် lipid- ပျော်ဝင်နိုင်သော steroid ဟော်မုန်းများချက်ချင်းထွက်လာသည်
steroidogenic cell's lipid plasma membrane မှတဆင့်ပျံ့နှံ့သွားသည်
ဆဲလ်မှတင်ပို့ရန် ဟော်မုန်း၏ရှေ့ပြေးအဆီဓာတ်သည်သာဖြစ်သည်
steroidogenic ဆဲလ်များအတွင်း၌ပမာဏများစွာဖြင့်သိုလှောင်ထားသည်။ Ac-
ထို့ကြောင့်စတီးရွိုက်ဟော်မုန်းထွက်နှုန်းကိုထိန်းချုပ်ထားသည်
ဟော်မုန်းပေါင်းစပ်နှုန်းကိုလုံးလုံးလျားလျား ဆန့်ကျင်ဘက်အနေနှင့် peptide
ဟော်မုန်းဓာတ်ကိုပြန်လည်ထိန်းညှိပေးခြင်းဖြင့်အဓိကထိန်းချုပ်သည်။
presynthesized သိုလှောင်ထားသောဟော်မုန်းငှားရမ်းခြင်း။

၄ ၎င်းတို့၏သွေးထဲသို့စိမ့်ဝင်ပြီးနောက် steroid ဟော်မုန်းအချို့
mones နှင့်သိုင်းရွိုက်ဟော်မုန်းတို့သည်နောက်ထပ်အပြန်အလှန်ဆက်သွယ်မှုကိုခံရသည်။

စာမျက်နှာ ၁၈

သွေးသို့မဟုတ်အခြားကိုယ်တွင်းအင်္ဂါများအတွင်းသို့ပြောင်းသွားပြီး၎င်းတို့သည်မြောက်မြားစွာသော
ပိုအစွမ်းထက်သို့မဟုတ်ကွဲပြားသောဟော်မုန်းများသို့

adrenomedullary catecholamines နှင့်သိုင်းရွိုက်ဟော်မုန်း
ထူးခြားစေမယ့်ထူးခြားတဲ့ဓာတုပစ္စည်းနဲ့လျှို့ဝှက်လမ်းကြောင်းတွေရှိပါတယ်။
ဤဟော်မုန်းတစ်ခုချင်းစီကိုအထူးသဖြင့်ကိုင်တွယ်သောအခါရေးထားသည်
endocrine အခန်းများ (အခန်း ၁၈ နှင့် ၁၉)

[Hydrophilic ဟော်မုန်းများပျော်ဝင်သည်](#)

[ဟော်မုန်းများသည်ယေဘုယျအားဖြင့်၎င်းတို့၏အကျိုးသက်ရောက်မှုကိုဖြစ်စေသည် intracellular protein များကိုပြောင်းလဲခြင်းဖြင့်](#)

၎င်းတို့၏အကျိုးသက်ရောက်မှုကိုမြှင့်တင်ရန်ဟော်မုန်းများသည်ပစ်မှတ်ဆဲလ်လက်ခံမှုနှင့်ပေါင်းစည်းရမည်။
သူတို့အတွက်သီးသန့် တစ်ခုနှင့်တစ်ခုအကြားအပြန်အလှန်အကျိုးသက်ရောက်မှုရှိသည်
ဟော်မုန်းနှင့်ပစ်မှတ်ဆဲလ်လက်ခံသူသည်အလွန်မြင့်မားသောလက္ခဏာများကိုထုတ်လုပ်သည်။
ဟော်မုန်းများနှင့်ကွဲပြားသော istic တုံ့ပြန်မှု
တူညီသောဟော်မုန်းမှလွှမ်းမိုးသောပစ်မှတ်ဆဲလ်များ နှစ်ခုစလုံး၏တည်နေရာဖြစ်သည်
ပစ်မှတ်ဆဲလ်အတွင်းရှိ receptors များနှင့်၎င်းမှပြုလုပ်သောယန္တရား
receptors များနှင့်ဟော်မုန်းကိုပေါင်းစပ်ခြင်းသည်တုံ့ပြန်မှုကိုဖြစ်ပေါ်စေသည်

plasma protein မှ ပျံ့နှံ့ပို့ဆောင်ခြင်း။
ဟော်မုန်းအားလုံးကိုသွေးဖြင့်သယ်ဆောင်သော်လည်းငင်းတို့အားလုံးမဟုတ်ပါ
တူညီသောနည်းလမ်းဖြင့်ပို့ဆောင်သည်။

- hydrophilic peptide ဟော်မုန်းများကိုရိုးရှင်းစွာပို့ဆောင်သည်
သွေး၌ပျော်ဝင်သည်။

- မကောင်းသော Lipophilic steroids နှင့်သိုင်းရွိုက်ဟော်မုန်းများ
ရေတွင်ပျော်ဝင်နိုင်ပြီးရေ၌မည်သည့်အတိုင်းအတာအထိမပျော် ဝ င်နိုင်ပါ
သွေး။ ၎င်းအစား lipophilic ဟော်မုန်းအများစုသည်လည်ပတ်နေသည်။
နှောင်းပိုင်းတွင်၎င်းတို့၏ပစ်မှတ်ဆဲလ်များအားပလာစမာပရိုတိန်းများနှင့်ပြောင်းပြန်
သွေး အချို့သောပလာစမာပရိုတိန်းများသည်အမျိုးအစားတစ်မျိုးတည်းကိုသာသယ်ဆောင်သည်
mone၊ albumin ကဲ့သို့အခြားသူများကို ခွဲခြား၍ မရှေးပါ
မည်သည့်“ ချည်နှောင်ခြင်း” ဟော်မုန်းကိုမဆိုမြင့်တင်ပါ။
အကန့်အသတ်မရှိ၊ လွတ်လွတ်လပ်လပ်ပျော်ဝင်နေသော lipo- အစိတ်အပိုင်း
philic ဟော်မုန်းသည်ဇီဝဗေဒဆိုင်ရာတက်ကြွမှု (ဆိုလိုသည်မှာ capil- ဖြတ်ရန်အခမဲ့ဖြစ်သည်
lary နံရံများနှင့်သက်ရောက်မှုကိုထုတ်ရန်ပစ်မှတ်ဆဲလ် receptors များနှင့်စည်းပါ။
ဟော်မုန်းတစ်ခုသည်ပစ်မှတ်ဆဲလ်တစ်ခုနှင့်အပြန်အလှန်ဆက်သွယ်ပြီးသည်နှင့်၎င်း
မလှုပ်မယှက်သို့မဟုတ်ယမ်းများထားသောကြောင့်၎င်းသည်အပြန်အလှန်ဆက်သွယ်ရန်မဖြစ်နိုင်တော့ပါ
အခြားဆဲလ်တစ်ခုနှင့် ဘာကြောင့်လဲဆိုတော့ carrier-bound hormone ဆိုတာကြောင့်ပါ
လွတ်လပ်သောဟော်မုန်းရေကန်နှင့်ချည်နှောင်ထားသောရွေ့လျားမှုခြေ၌
steroid နှင့်သိုင်းရွိုက်ဟော်မုန်းများ၏ပစ်သည်ကြီးမားသောအရံကိုပေးသည်
၎င်းကိုပြန်လည်အားဖြည့်ရန်အသုံးပြုနိုင်သော၍ lipophilic ဟော်မုန်းများ
active free pool ရှိတယ်။ ပုံမှန် endocrine function ကိုထိန်းသိမ်းရန်၊
စုစုပေါင်းထက်သေးငယ်။ အခမဲ့ထိရောက်သောရေကန်၏ပြင်းအား
lipophilic ဟော်မုန်းတစ်ခု၏သွေးပလာဇမာသည်
စောင့်ကြည့်ပြီးချိန်ညှိသည်။

- Catecholamines သည်ပုံမှန်အားဖြင့် ၅၀ ရာခိုင်နှုန်းခန့်သာရှိသည်
hydrophilic ဟော်မုန်းများကိုအခမဲ့ဟော်မုန်းအဖြစ်လည်ပတ်စေသည်။ အခြား ၅၀ ရာခိုင်နှုန်း
ပလာစမာပရိုတိန်း albumin နှင့်လိုလိုလောက်လောက်ချည်နှောင်ထားသည်။ ကြောင့်ဖြစ်သည်
echolamines များသည်ရေတွင်ပျော်ဝင်သည်၊ ဤပရိုတိန်း၏အရေးကြီးပုံ
စည်းနှောင်မှုမရှင်းလင်းပါ။

ဟော်မုန်းတစ်မျိုး၏ဓာတုဂုဏ်သတ္တိသည်တင်မကဘူး
သွေးသည်၎င်းကိုမည်သို့ပို့ဆောင်သည်ကို၎င်း၊ မည်သို့လည်းဆိုသည်
သွေးစစ်ရန်သွေးအတွင်းသို့အတုထည့်သွင်းနိုင်သည်။
peutic ရည်ရွယ်ချက်များ အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော်အစာခြေစနစ်သည်မလုံမခြုံဖြစ်စေသည်
steroid နှင့်သိုင်းရွိုက်ဟော်မုန်းများကိုချေဖျက်နိုင်သောအင်ဇိုင်းများ၊
မွေးဖွားခြင်းထိန်းချုပ်မှုတွင်ပါရှိသော sex steroids ကဲ့သို့သောဟော်မုန်းများ
ဆေးများကိုပါးစပ်မှယူသောအခါပါးစပ်မှစုပ်ယူနိုင်သည်။
သွေးထဲသို့စုပ်ယူသည်။ အခြားဟော်မုန်းအမျိုးအစားမဖြစ်နိုင်ပါ
ပရိုတင်းဓာတ်ကိုချေဖျက်သောအင်ဇိုင်းများတိုက်ခိုက်ခံရသောကြောင့်ပါးစပ်မှနှုတ်ယူသည်
၎င်းတို့ကိုမလှုပ်မယှက်အပိုင်းအစများအဖြစ်သို့ပြောင်းပါ။ ထို့ကြောင့်ဤအရာတို့သည်
Mones ကိုတရားမ ဝ င်လမ်းကြောင်းများဖြင့်အုပ်ချုပ်ရမည်။ ဥပမာ,
အင်ဆူလင်ချိုတဲ့ခြင်းကိုပုံမှန်အားဖြင့်နေ့စဉ်ထိုးဆေးဖြင့်ကုသည်
အင်ဆူလင်။
ထို့နောက်ကျွန်ုပ်တို့သည် hydrophilic နှင့် lipophilic hor- ကိုမည်သို့ဆန်းစစ်သည်
mones များသည်၎င်းတို့၏ ဦး တည်သောဆဲလ်များပေါ်တွင်လုပ်ဆောင်မှုယန္တရားများတွင်ကွဲပြား

ဟော်မုန်း၏ပျော်ဝင်နိုင်စွမ်းလက္ခဏာများပေါ် မူတည်၍ ကွဲပြားသည်။

HYDROPHILIC နှင့် LIPOPHILIC အတွက် RECEPTORS များ၏တည်နေရာ
HORMONES ဟော်မုန်းများကိုအမျိုးအစားနှစ်မျိုးခွဲခြားနိုင်သည်
သူတို့ရဲ့ receptors တွေရှိမှုလတည်နေရာပေါ်မူတည်ပြီး

၁။ hydrophilic peptides နှင့် catecholamines တို့ဖြစ်ကြသည်
lipid တွင်ပျော်ဝင်မှုအားနည်း။ lipid အမြှေးပါးကိုမဖြတ်သန်းနိုင်ပါ
သူတို့ရဲ့ပစ်မှတ်ဆဲလ်တွေရဲ့အတားအဆီး အဲဒီအစားသူတို့ကသီးခြားပြန်လည်သုံးသပ်ခြင်းနဲ့
ပစ်မှတ်ဆဲလ်၏ အပြင်ဘက်ပလာစမာအမြှေးမျက်နှာပြင်ပေါ်တွင် ceptors များရှိသည်။

၂။ Lipophilic steroids နှင့်သိုင်းရွိုက်ဟော်မုန်းသည်အလွယ်တကူဖြတ်သွားသည်
ပလာစမာအမြှေးပါးကို ဖြတ်၍ သီးခြား receptors များနှင့်စည်းရန်
ပစ်မှတ်ဆဲလ် အတွင်း၌ တည်ရှိသည် ။

HYDROPHILIC နှင့် LIPOPHILIC HORMONE ၏ယေဘုယျနည်းလမ်းများ
ACTION ဟော်မုန်းသည်ဇီဝမျိုးစုံမျိုးကွဲများစွာကိုဖြစ်ပေါ်စေသော်လည်း
cal တုံ့ပြန်မှုများသည်နောက်ဆုံးတွင်သူတို့၏ပစ်မှတ်ဆဲလ်များကို
အဓိကနည်းလမ်းနှစ်ခုထဲကတစ်ခုဖြစ်တဲ့ဆဲလ်ရဲ့ပရိုတင်းကိုထိန်းပေးတယ်။

၁။ Surface-binding hydrophilic ဟော်မုန်းများသည်အဓိကအားဖြင့်လုပ်ဆောင်သည်
ပစ်မှတ်ဆဲလ်အတွင်း ဒုတိယ *messenger* လမ်းကြောင်းများကိုသက်ဝင်စေသည် ။ ဒီ
activation သည်လက်ရှိတည်ရှိနေသော *intracellular* ၏လုပ်ဆောင်မှုကို တိုက်ရိုက် ပြောင်းလဲစေသည်
ပရိုတိန်းများ၊ များသောအားဖြင့်အင်ဇိုင်း များသည်အလိုရှိသောအကျိုးသက်ရောက်မှုကိုထုတ်လုပ်သည်။

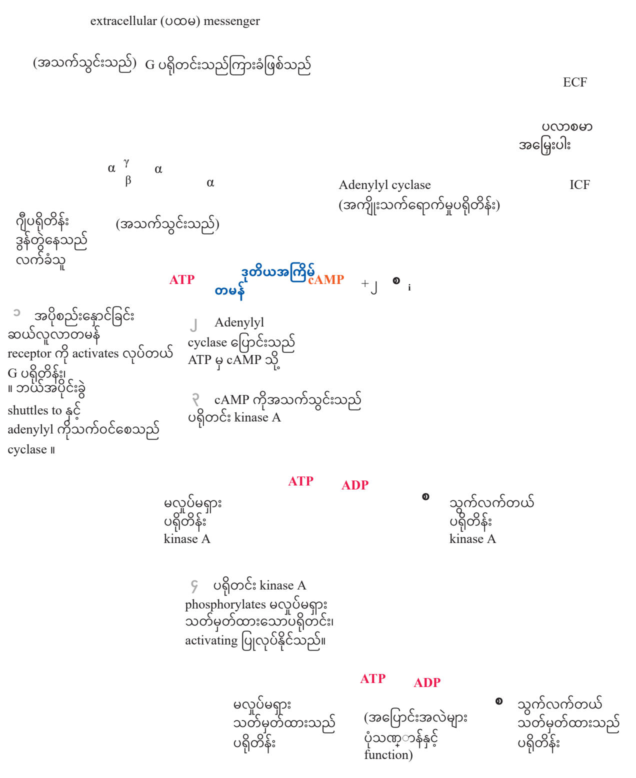
2. Lipophilic ဟော်မုန်းများသည်အဓိကအားဖြင့် သက်ဝင်လှုပ်ရှားခြင်း ဖြင့်အဓိကလုပ်ဆောင်သည်
ဦး နှောက်ဆဲလ်အတွင်းရှိ မျိုးဗီဇ များသည် *intracellular* အသစ်များဖြစ်ပေါ် ခြင်းကိုဖြစ်စေသည်
အသားဓာတ် သည့်အလိုရှိသောအကျိုးသက်ရောက်မှုကိုဖြစ်ပေါ်စေသည်။ အသစ်
ပရိုတိန်းများသည်အင်ဇိုင်း (သို့) ဖွဲ့စည်းတည်ဆောက်ပုံဖြစ်နိုင်သည်။

ဟော်မုန်းလုပ်ဆောင်မှု၏အဓိကယန္တရားနှစ်ခုကိုဆန်းစစ်ကြည့်ကြစို့
(ဒုတိယ) messenger လမ်းကြောင်းများကိုဖွင့်ခြင်းနှင့်စတင်ခြင်း
မျိုးဗီဇအသေးစိတ်ရှင်းပြသည်။

H ydrophilic ဟော်မုန်းသည်ယခင်တည်ရှိနေသောပရိုတိန်းများကိုပြောင်းလဲပေးသည် v ia second-messenger စနစ်များ

hydrophilic ဟော်မုန်းအများစု (peptides နှင့် catecholamines) တို့သည်ပေါင်းစည်းသည်
G-protein-coupled surface membrane receptors များနှင့်ထုတ်လုပ်သည်
ဒုတိယ messenger ကိုဖွင့်ခြင်းဖြင့်၎င်းတို့၏ပစ်မှတ်ဆဲလ်များအပေါ်သက်ရောက်မှုများ
လက်ရှိတည်ရှိနေသောပရိုတိန်းများ၏လုပ်ဆောင်မှုကိုပြောင်းလဲရန် messenger system
အဓိကဒုတိယ messenger လမ်းကြောင်းနှစ်ခုရှိသည်။ တစ်ခုက **cy- ကိုသုံးသည်။**
clic adenosine monophosphate (cyclic AMP, or **cAMP**) a
ဒုတိယ messenger နှင့်အခြားသူ သည်ဤအခန်းကဏ္ဍ Caတွင် Ca 2+ ကို အလုပ်ခန့်သည် ။
လမ်းကြောင်းနှစ်ခုလုံးတွင်အတွင်း၌တွေ့ရသော G protein ကိုသုံးသည်
plasma အမြှေးပါး၏မျက်နှာပြင်ကိုကြားခံကြားခံအဖြစ်ပြုလုပ်သည်
အဲဒီ receptor နှင့် effector ပရိုတိန်း (• ပုံ 4-24) ။ G ပရိုတင်းများဖြစ်ကြသည်
၎င်းတို့သည် guanine nucleotides နှင့်ချည်နှောင်ထားသောကြောင့်၎င်းကိုနာမည်ပေးထားသည်။
တက်ကြွသောအခါ *guanosine triphosphate (GTP)* သို့မဟုတ် *guanosine diphos-*
phate (ဂျီဒီပီ) လာသောအခါလှုပ်ရှား ။ မလှုပ်မယှက်သော G ပရိုတိန်းတစ်ခုပါ ဝ င်သည်
alpha ( ), beta () နှင့် gamma () subunits များ၏ရှုပ်ထွေးသော

စာမျက်နှာ ၁၉



sengers များသည် effector pro-to သို့အမြှေးပါးကို ဖြတ်၍
အသားဓာတ်ကို G Protein ဖြင့်ပြုလုပ်သည်။

သိသိ amp SECOND တွင်-Messenger မှာ Pathway Cy-
clic AMP သည်အသုံးများဆုံးဒုတိယ mes-
senger ။ cAMP ၏ဖော်ပြချက်တွင်
လမ်းကြောင်း၊ နံပါတ်ခြေလှမ်းများသည်၎င်းနှင့်ဆက်နွယ်သည်
• ပုံ ၄-၂၄ တွင်နံပါတ်များအဆင့်များ
ပထမဆုံးတမန်အား၎င်း၏မျက်နှာပြင်ပေါ်၌ချည်နှောင်ခြင်း
membrane receptor သည်ဆက်စပ်နေသော G ကိုသက်ဝင်စေသည်
အသားဓာတ်သည်အကျိုးသက်ရောက်မှုကိုမြင့်တင်ပေးသောပရိုတင်း၊
tein၊ ဤကိစ္စတွင် **adenylyl cyclase** အင်ဇိုင်းဖြစ်သည်
အဆင့် (၁) သည် cytoplasmic ပေါ်တွင်တည်ရှိသည်
plasma အမြှေးပါး၏ဘေးဘက် Adenylyl cyclase
intracellular ATP သို့ပြောင်းလဲခြင်းကိုဖြစ်ပေါ်စေသည်
cAMP ကို phosphates နှစ်ခုကိုဖယ်ထုတ်ခြင်း (အဆင့်
၂) ။ (၎င်းသည်ဘုံအဖြစ်သုံးသော ATP နှင့်တူသည်
ခန္ဓာကိုယ်အတွင်းစွမ်းအင်ငွေကြေး
ဆယ်လူလာဒုတိယ messenger, cAMP သည် pre- စိတ်ကိုဖြစ်ပေါ်စေသည်။
အတွင်း၌ဇီဝဓာတုအဆင့်များအစီအရီအစီအရီရှိသည်
ဆဲလ်ကပေးအပ်သောတုံ့ပြန်မှုကိုယူဆောင်ရန်ဆဲလ်
ပထမဆုံး messenger စတင်ရန် cyclic AMP လုပ်ဆောင်ချက်
သီးခြား intracellular အင်ဇိုင်း၊ **ပရိုတိန်း**
nase A (အဆင့် ၃) ပရိုတင်း kinase A တစ်ဖန် phos-
phorylates သည်သတ်မှတ်ထားသော preexisting intracellular တစ်ခုဖြစ်သည်
ပရိုတိန်း၊ အစာအိမ်အတွက်အရေးကြီးသောအင်ဇိုင်းတစ်ခု
ticular ဇီဝဖြစ်စဉ်လမ်းကြောင်း။ Phosphorylation
ပရိုတိန်းသည်၎င်း၏ပုံသဏ္ဍာန်နှင့် func ကိုပြောင်းလဲစေသည်။
ထို့ကြောင့်၎င်းကိုအသက်သွင်းခြင်း (အဆင့် ၄) ဒါရပါပြီ
ပရိုတင်းသည်ပစ်မှတ်ဆဲလ်၏အဆုံးစွန်ဆုံးပြန်လည်ဖြစ်ပေါ်စေသည်။
ပထမတမန် (အဆင့် ၅) မှ sponse ယခင်အတွက်
လုံလောက်သော၊ enzymatic တစ်ခု၏လုပ်ဆောင်ချက်

၅ အသက်ဝင်သည်ဟုသတ်မှတ်သည်
ပရိုတိန်းကိုဖြစ်ပေါ်စေတယ်
လိုချင်သောတုံ့ပြန်မှု

သော့ချက်

P = ဖော့စဖိတ်

ဆယ်လူလာတုံ့ပြန်မှု

4 ပုံ **၄-၂၄ လုပ်ဆောင်ချက်မှတဆင့် hydrophilic ဟော်မုန်းများ၏လုပ်ဆောင်မှုယန္တရား cyclic AMP ၏ဒုတိယ messenger လမ်းကြောင်း**

ပရိုတိန်းသည် ထိုကဲ့သို့သော ဇီဝဖြစ်စဉ်ဖြစ်စဉ်ကိုထိန်းညှိပေးသည်

ဤ signal transduction pathway တွင်သတိပြုပါ၊ extracellular ပထမ ဦး ဆုံး messen ကိုပါဝင်သောခြေလှမ်းများ ger၊ လက်ခံသူ၊ G-protein complex နှင့် effector protein သည် *plasma* အမြှေးပါးတွင် ဖြစ်ပေါ်သည် ဒုတိယတမန်ကိုအသက်သွင်းရန် ဦး တည်သည်။ extracellular messenger သည်ဆဲလ်ထဲသို့မ ဝ င်နိုင်ပါ ပရိုတင်းများထံသို့၎င်း၏သတင်းစကားကို "ပုဂ္ဂိုလ်ရေးအရ" ပေးပို့ရန် အလိုရှိသောတုံ့ပြန်မှုကိုလုပ်ဆောင်သည်။ အဲဒီအစား တစ် ဦး ကိုတစ် ဦး သက်ဝင်စေသောအမြှေးပါးဖြစ်ရပ်များကိုအစပြုသည်။

GDP မော်လီကျူးသည်α subunit တွင်ချည်ထားသည်။ အရေအတွက်မတူဘူး ကွဲပြားသောα subunits များနှင့် G ပရိုတိန်းများကိုဖော်ထုတ်ခဲ့သည်။ ဟိ မတူညီသော G ပရိုတိန်းများသည်စည်းနှောင်အားဖြင့်တုံ့ပြန်သည် အမျိုးမျိုးသောပထမ ဦး ဆုံးစေတမန်များသည်မျက်နှာပြင်လက်ခံသူများသို့ ခွင့်ပြုချက် priate extracellular messenger (ပထမ ဦး ဆုံး messenger) သည်၎င်း၏နှင့်ဆက်သွယ်သည် receptor၊ လက်ခံသူသည်သင့်တော်သော G protein ကိုမှီဝဲသည်။ G-protein complex မှဂျီဒီပီကိုထုတ်လွှတ်ခြင်း၌ရိုင်းစိုင်းသည်။ GTP ထို့နောက် activ subunit, ကိုသက်ဝင်စေသောလုပ်ဆောင်ချက်တစ်ခု G ပရိုတိန်း အသက်သွင်းပြီးသည်နှင့် G protein သည်ကွဲထွက်သွားသည် G-protein complex သည်၎င်း၏အတွင်းမျက်နှာပြင်တစ်လျှောက်ရွေ့လျားသည် plasma အမြှေးပါးသည် effector protein သို့မရောက်မချင်း အကျိုးသက်ရောက်မှု tor ပရိုတိန်းသည်အင်ဇိုင်းတစ်ခုသို့မဟုတ်ဒီဇိုင်းယွန်းတစ်ခုဖြစ်သည် အမြှေးပါး။ α subunit သည် effector protein နှင့်ချိတ်ဆက်သည် ၎င်း၏လုပ်ဆောင်ချက်ကိုပြောင်းလဲစေသည်။ သုတေသီများသည်တွေ့ရှိချက် ၃၀၀ ကျော်ကိုဖော်ထုတ်ခဲ့သည် extracellular mes- ၏ညွှန်ကြားချက်များကိုညွှန်ပြသော ferent receptors များ

ဆယ်လူလာဒုတိယ messenger, cAMP ထို့နောက်ဒုတိယတမန် ဆဲလ်အတွင်း ဇီဝဓာတုဖြစ်ရပ်များ၏ကွင်းဆက်တုံ့ပြန်မှုကိုဖြစ်ပေါ်စေသည် ၎င်းသည်ဆဲလ်တုံ့ပြန်မှုကိုဖြစ်ပေါ်စေသည်။ ဆဲလ်အမျိုးအစားအမျိုးမျိုးအတွက်ရရှိနိုင်သောကွဲပြားခြားနားသောပရိုတိန်းများရှိသည် protein kinase A. အားဖြင့် phosphorylation နှင့်ပြုပြင်မွမ်းမံခြင်း ရှေ့တွင်၊ သာမန် *CAMP* ကဲ့သို့သောဒုတိယ *messenger* သည်သွေးဆောင်နိုင်သည် အရာပေါ် မူတည်၍ ကွဲပြားသောကွဲပြားခြားနားသောတုံ့ပြန်မှုများ ပရိုတင်းများကိုပြုပြင်ထားသည်။ Cyclic AMP ကို mo- ဟုယူဆနိုင်သည်။ le cell" switch" သည်မတူညီသောဆဲလ်များကို" ဖွင့်" (သို့မဟုတ်) ပိတ်နိုင်သည် ပရိုတိန်းလုပ်ဆောင်မှုအမျိုးအစားများပေါ် မူတည်၍ နောက်ဆုံးတွင်ဖြစ်ရပ်များ အမျိုးမျိုးသောပစ်မှတ်ဆဲလ်အတွင်းပြုပြင်သည်။ ပရိုတိန်းအမျိုးအစားပြောင်းသွားသည် ဒုတိယ messenger တစ်ခု၏ထူးခြားသောအထူးပြုမှုပေါ်မူတည်သည် ဆဲလ်အမျိုးအစားတစ်ခုဖြစ်သည်။ ဒါကတစ်ခုခုကိုလုပ်နိုင်တာနဲ့ခိုင်နိုင်နိုင်တယ် ရေမှာမျက်လုံးထဲကကြည့်ရအောင် ကိုမီးထွန်းပါသို့မဟုတ်အေးစေပါ သင်ဖွင့်ထားသောခလုတ်သည်မီးလင်းရန်အထူးပြုစက်တစ်ခုသို့ကြိုးတပ်ထားသည်

အာရုံကြောနှင့်ဟော်မုန်းဆက်သွယ်ရေး၏အခြေခံမူများ ၁၂၁

စာမျက်နှာ ၂၀

chandelier) သို့မဟုတ်လေလုပ်ရှားမှု (မျက်နှာကျက်တစ်ခုဖန်တီးရန်အထူးပြုလုပ်ထားသောပန်ကာ) ခန္ဓာကိုယ်၌ switch သည်တစ်ချိန်တည်းတွင် variable responsiveness ဖြစ်သည် မျိုးရိုးဗီဇအစီအစဉ်ကွဲပြားခြားနားမှုများမှုရလဒ်များကိုဖွင့်ထားသည် ကွဲပြားသောဆဲလ်များအတွင်း၌ပရိုတိန်းအစုံများ ဥပမာအားဖြင့်- ၎င်း၏ cellular တည်နေရာတွင် cAMP လမ်းကြောင်းကိုသက်ဝင်စေနိုင်သည် နှလုံးခုန်နှုန်းကိုပြောင်းလဲစေပြီး fe- ဖွဲ့စည်းခြင်းကိုလှုံ့ဆော်ပေးသည်။ သားဥအိမ်တွင်အမျိုးသားလိင်ဟော်မုန်းများ၊ သိုလှောင်ထားသောလူးကို့စ်များကိုအဆီဖွဲ့စည်းနေစဉ်ရေထိန်းသိမ်းမှုကိုထိန်းချုပ်ပါ ကျောက်ကပ်၊ ဦး နောက်တွင်ရိုးရှင်းသောမှတ်ဉာဏ်ခြေရာများကိုဖြစ်စေ၊ ဖြစ်စေသည် အရသာအစုံမှချိုသောအရသာကိုခံစားခြင်း။

တုံ့ပြန်မှုပြီးစီးပါကα subunit သည် a ကိုဖြတ်ပစ်သည် ဖော့စဖိတ်သည် GTP သို့ဂျီဒီပီသို့အနှစ်သာရအားဖြင့်သူ့အလိုလိုပိတ်သွားသည် ပိတ်ပြီး၊ မလှုပ်ရှားသော G- ကိုပြန်လည်ရယူရန်ဒြပ်စင်များကိုပြန်လည်ဆက်သွယ်ပါ ပရိုတိန်းရှုပ်ထွေး။ Cyclic AMP နှင့်အခြားပါဝင်သည် ဓာတုပစ္စည်းများသည်ဓာတ်မတည့်သောကြောင့် intracellular message ဖြစ်သည် " ဖျက်သည်" နှင့်တုံ့ပြန်မှုကိုရပ်စဲနိုင်သည်။ ဥပမာ, cAMP ကို **phosphodiesterase,** cytosolic တစ်ခု လျှင်မြန်စွာပျက်စီး စေသည် အဆက်မပြတ်လုပ်ရှားနေသောအင်ဇိုင်းဖြစ်သည်။ ဤလုပ်ဆောင်ချက်သည်ထောက်ပံ့ပေးသည် တုံ့ပြန်မှုကိုပိတ်ပစ်ရန်အခြားအလွန်ထိရောက်သောနည်းလမ်းများ မလိုအပ်တော့ပါ။ terminat ၏အခြားဖြည့်စွက်နည်းလမ်းများ တုံ့ပြန်မှုတွင် pro-phosphates များကိုဖယ်ရှားခြင်း tein phosphatase သို့မဟုတ်ပထမဆုံး messenger ကိုဖယ်ရှားခြင်း။

Ca 2 **SECOND-MESSENGER PATHWAY** အချို့ဆဲလ်များသည် Ca 2+ in- ကိုသုံးသည် ။ cAMP ၏ဒုတိယ messenger အဖြစ် ဤသို့သောအခြေအနေများတွင်စည်းနှောင်ထားသော မျက်နှာပြင်မှလက်ခံသောပထမဆုံး messenger သည်နောက်ဆုံးတွင် ဦး ဆောင်သည် G ပရိုတိန်း၏ **phospholipase** အင်ဇိုင်းကိုအသက်သွင်းရန်ဆိုလိုသည် **C** သည်အမြှေးပါး၏အတွင်းဘက်၌ချည်နှောင်ထားသော effector protein တစ်မျိုးဖြစ်သည် (ခြေလှမ်း 1 အတွက် • ပုံ 4-25) ။ ဤအင်ဇိုင်းသည် **phospha ကိုဖြိုခွဲသည်။ tidylinositol bisphosphate** (အတိုကောက် **PIP** 2) ၏အစိတ်အပိုင်းတစ်ခုဖြစ်သည် အမြှေးပါး၌ phospholipid မော်လီကျူးများ၏အမြီး သူ့ဟာသူ။ PIP 2 ပြိုကွဲခြင်း ၏ထုတ်ကုန် များသည် **diacylglycerol ဖြစ်သည် (DAG)** နှင့် **inositol trisphosphate (IP** 3) (အဆင့် ၂) ။ Lipid တွင်ပျော်ဝင်သည် DAG သည် plasma အမြှေးပါး၏ lipid bilayer တွင်တည်ရှိသည် ရေတွင်ပျော်ဝင်နိုင်သော IP 3 သည် cytosol ထဲသို့ပျံ့နှံ့သွားသည်။ IP 3 သည်အချင်းချင်းသက်ရောက်မှုရှိသည် cellular Ca 2+ ကို endoplasmic reticulum တွင်သိုလှောင်ထားရန်ထိုးလာသည် cytosolic Ca 2+ ကို IP 3 -gated receptor -channels နှင့်စည်းနှောင်ခြင်းဖြင့် ER အမြှေးပါး (အဆင့် ၃ က) ။ ထို့နောက်ကယ်လ်စီယမ်၏အခန်းကဏ္ဍကိုယူသည် ဒုတိယ messenger သည်နောက်ဆုံးတွင်တုံ့ပြန်မှုကိုဖြစ်ပေါ်စေသည်။ ပထမဆုံး messenger ကခိုင်းသည်။ Ca 2+ အများစုသည် မှီခိုသည် ဆယ်လူလာဖြစ်စဉ်များကို **calmodulin,** an ကိုလှုံ့ဆော်ခြင်းဖြင့်ဖြစ်ပေါ်စေသည် intracellular Ca 2+ -binding protein (အဆင့် 4a) ။ အသက်သွင်းခြင်း Ca 2+ မှ calmodulin သည် protein kinase A ၏ activation နှင့်ဆင်တူသည် cAMP မှ ဤနေရာမှလမ်းကြောင်းနှစ်ခု၏ပုံစံများသည်ဆင်တူသည်။ lar ။ activated calmodulin ကို phosphorylates ဟုသတ်မှတ်သည် ပရိုတိန်းများ (အဆင့်များစွာမှတဆင့်ဖြစ်နိုင်သည်) ကိုဖြစ်စေသည် ဤအသားဓာတ်များသည်၎င်းတို့၏ပုံသဏ္ဍန်နှင့်လုပ်ဆောင်ချက်ကိုပြောင်းလဲစေပါသည် ၎င်းတို့ (အဆင့် ၅ က) တကကြွစွာသတ်မှတ်ထားသောပရိုတိန်းစာတည်ဖြစ်ပေါ်စေသည် နောက်ဆုံးလိုချင်သောဆယ်လူလာတုံ့ပြန်မှု (အဆင့် ၆ က) ဥပမာ၊ ဒါက လမ်းကြောင်းသည်ဓာတုစေတမန်များလုပ်ဆောင်နိုင်သည့်နည်းလမ်းဖြစ်သည်။ ချောမွေ့ကြွက်သားကျုံ့ vate ။ ဤလမ်းကြောင်း၌သတိပြုပါ၊ ပရိုတင်း kinase မဟုတ်ဘဲ calmodulin သည်လိုအပ်သောအရာကိုပေးသည် ရရှိရန်သတ်မှတ်ထားသောပရိုတိန်းများ၏ပုံစံနှင့်လုပ်ဆောင်ချက်ပြောင်းလဲခြင်း အလုပ်ပြီးပြီ။

calmodulin ကဲ့သို့) သည်သတ်မှတ်ထားသောပရိုတိန်းများနှင့်မတူပါ calmodulin (အဆင့် 4b) ဖြင့် phosphorylated ထွက်ပေါ်လာတဲ့အပြောင်းအလဲ ဤပရိုတိန်းများ၏ပုံသဏ္ဍန်နှင့်လုပ်ဆောင်မှုတို့ကသူတို့ကိုတက်ကြွစေသည်။ ဒါတွေပါ တက်ကြွသောပရိုတင်းများသည်အခြားဆဲလ်တုံ့ပြန်မှု (အဆင့် ၅ ခ) ကို ထုတ်လုပ်သည် ။ လောလောဆယ်အကြောင်းအရာအတော်အတန်စုံစမ်းစစ်ဆေးနေသော်လည်း၊ DAG လမ်းကြောင်းသည်နားမလည်သေးသည့်အပြင်အခြားတစ်ခုဖြစ်သည် ဒုတိယလမ်းကြောင်းများ။ IP 3 နှင့် DAG သည်ပုံမှန်အားဖြင့် complemen- ဘုံပန်းတိုင်တစ်ခုအောင်မြင်ရန်ပစ်မှတ်ဆဲလ်အတွင်းမှ tary လုပ်ဆောင်ချက်များ အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော်ဤထုတ်ကုန်နှစ်ခုစလုံးသည်တစ်ပြိုင်နက်တည်းဖွဲ့စည်းထားသောကြောင့်ဖြစ်သည် ပထမ ဦး ဆုံး messenger မှတုံ့ပြန်မှု ဥပမာ extracellular ဓာတုစေတမန်များ၏ contractile လုပ်ဆောင်မှုကိုမြှင့်တင်ပေးသည် ယင်း IP ကိုမှတဆင့်သွေးတန်ဆက်ကိုချောမွေ့ကြွက်သား၊ / intracellular Ca 2+ / calmodulin လမ်းကြောင်းနှင့် DAG လမ်းကြောင်းသည်ဆီးချိုကိုတိုးတက်စေသည်။ Ca 2+ သို့ကျူးစေသောယန္တရား၏ sitivity ။

IP 3 လမ်းကြောင်းသည်အချင်းချင်းထိတွေ့မှုတိုးစေသောတစ်ခုတည်းသောနည်းလမ်းမဟုတ်ပါ။ ဆယ်လူလာ Ca 2+ ။ Intracellular Ca 2+ ကို entry ကနေတိုးနိုင်ပါတယ် ECF သို့မဟုတ် Ca 2+ စတိုးဆိုင်များမှနည်းလမ်းများ ဖြင့်ထုတ်လွှတ်ခြင်းဖြင့် ဆဲလ်အတွင်း၌ရှိသည် IP 3 လမ်းကြောင်း မှလွဲ၍ အခြား ကယ်လ်စီယမ်လမ်းကြောင်းနှစ်ခုလုံးမှာ မျက်နှာအမြှေးပါးနှင့် endoplasmic reticulum တွင်ဖြစ်နိုင်သည် လျှပ်စစ်သို့မဟုတ်ဓာတုနည်းဖြင့်ဖွင့်သည်။ ဥပမာအားဖြင့် voltage-gated surface-membrane Ca 2+ ချန်နယ်များ ဖွင့် သည် axon မှ neurotransmitter ၏ exocytosis အတွက်တာဝန်ရှိသည် ဂိတ်။ တနည်းအားဖြင့်မျက်နှာပြင်အမြှေးပါး Ca 2+ ချန်နယ်များဖြစ်နိုင်သည် ချန်နယ်များအဖြစ်လက်ခံသော receptors များကို activation မှတဆင့်ဖွင့်လှစ်လိမ့်မည် ထူးခြားကိုယ်တိုင်သို့မဟုတ် G-protein-coupled receptors ကို activation မှတဆင့် ၌ နောက်ထပ်လမ်းကြောင်းတစ်ခုသည်မျက်နှာပြင်အမြှေးပါး Na +ကို ဖွင့်ခြင်းဖြစ်သည် receptor-channel များဖြင့် K + ချန်နယ်များသည်လျှပ်စစ်ဓာတ်ကိုရရှိစေသည်။ sarcoplasmic reticu တွင် Ca 2+ ချန်နယ်များကို ဖွင့်သော cal အချက်ပြမှုများ lum ။ နောက်ဆုံးလမ်းကြောင်းသည်အာရုံကြော transmitter မှထုတ်လွှတ်သောနည်းဖြစ်သည် motor neuron terminal များသည်အရိုးကြွက်သားများကျုံ့ခြင်းကိုဖြစ်ပေါ်စေသည်။ intracellular Ca 2+ မှ ရလဒ် သည် contractile ကိုဖွင့်ပေးသည် စက်ပစ္စည်း။ လမ်းကြောင်းများသည်ဤထက်ပိုရှုပ်ထွေးလာသည်။ ကယ်လ် ECF မှ cium ဝ င်ရောက်ခြင်းသည်ဒုတိယ messenger တစ်ခုအဖြစ်ဆောင်ရွက်နိုင်သည် intracellular စတိုးဆိုင်များမှ Ca 2+ ပိုထုတ်လွှတ်မှုကိုဖြစ်ပေါ်စေသည် ။ ချောမွေ့သောကြွက်သားများကျုံ့ခြင်းကိုဖြစ်စေသည်။ ဒါတွေအားလုံး ရှုပ်ထွေးနေသော်လည်းအသံများသည်ဤဥပမာများကိုသာရုပ်ဖော်ရန်ရည်ရွယ်သည် အချက်ပြမှု၏ရှုပ်ထွေးမှု၊ လွှမ်းမိုးရန်မဟုတ်ပါ။ သင်ပိုမိုလေ့လာလိမ့်မည် နောင်တွင်သင့်တော်သည့်အခါဤလမ်းကြောင်းများ၏အသေးစိတ်များအကြောင်း ရှိလာပါတယ်။

ထိုပြင် cAMP နှင့် Ca 2+ လမ်းကြောင်းများမကြာခဏရှိသည် ဆဲလ်တစ်ခု၏လုပ်ဆောင်ချက်တစ်ခုကိုဖော်ဆောင်ရာတွင်ထပ်တူပြုခြင်း ယခင်အတွက် လုံလောက်သော cAMP နှင့် Ca 2+ တို့သည်တစ်ခုနှင့်တစ်ခုလွှမ်းမိုးနိုင်သည်။ ကယ်လ်စီယမ် activated calmodulin သည် adenylyl cyclase ကိုထိန်းညှိနိုင်သည် ပရိုတင်း kinase A သည် phosphorylate ဖြစ်နိုင်ပြီး cAMP ကိုလွှမ်းမိုးသည် ထို့ကြောင့် Ca 2+ ချန်နယ်များသို့မဟုတ်သယ်ယူပို့ဆောင်ရေး များ၏လုပ်ဆောင်ချက်ကိုပြောင်းလဲစေသည် ။ ထို့ကြောင့်ဆဲလ်အချက်ပြလမ်းကြောင်းများနှင့်ဆက်သွယ်နိုင်သည် ဆဲလ်၏တုံ့ပြန်မှုများကိုပေါင်းစပ်ရန်အချင်းချင်း ဤလမ်းကြော င်းမှအလုန် **စကားပြောခြင်း** ကို **cross talk** ဟုခေါ်သည် ။

cAMP နှင့် Ca 2+ လမ်းကြောင်းများသည်အများဆုံးဖြစ်သည် ပျံ့နှံ့နေသောဒုတိယ messenger စနစ်များသည်၎င်းတို့တစ်ခုတည်းမဟုတ်ပါ သူတွေ ဥပမာအားဖြင့်ဆဲလ်အနည်းငယ်တွင် **cyclic guanosine monophos- phate (cyclic GMP)** သည်စနစ်တစ်ခု၏ဒုတိယ messenger အဖြစ်ဆောင်ရွက်သည် cAMP စနစ်နှင့်ဆင်တူသည်။ အခြားဆဲလ်များတွင်ဒုတိယ mes senger ကိုတော့မသိရသေးပါဘူး။ ဒုတိယအကြိမ်အသက်သွင်းခြင်းကိုသတိရပါ

IP 3 လမ်းကြောင်း သို့ဖွင့်ဖြန့်ဖြင့်နက်တည်း ၊ အခြား PIP 2 မှာက်ပြားသည့် messengers သည့်အမျိုးမျိုးသောအလုပ်များဖြစ်သုံးသော universal mechanism တစ်ခုဖြစ်သည်
ထုတ်ကုန် ဖြစ်သော DAG သည်အခြားဒုတိယ messenger လမ်းကြောင်းကိုမိတ်လိုက်သည်။ (ပိုပြီး ဟော်မုန်းများအပြင် extracellular စေတမန်များ
တခါတရံ DAG ကိုသူတို့ကိုယ်သူတို့ဒုတိယလူဟုယူဆကြသည် (စေပေါ်ဘောဂျအခါ ရုပ်ကိုကြည့်ပါ။ 124-125, Concepts, Chal-
စေတမန်များ။) DAG သည် **ပရိုတင်း kinase C (PKC)** (အဆင့် 3b) ကိုအသက်သွင်းစေသည်နှင့် Controversies သည်အံ့ဩစရာတစ်ခု၏ဖော်ပြချက်ဖြစ်သည်

၁၂၂ အခန်း ၄

စာမျက်နှာ ၂၂

extracellular (ပထမ) messenger
(အသက်သွင်းသည်)
ဂျီပရိုတိန်း ကြားခံ
PIP 2 (အစိတ်အပိုင်းတစ်ခု phospholipid အမြီး)
ECF
ပလာစမာ အမြှေးပါး
α γ β α α
၂ Phospholipase C PIP 2 ကို IP 3 သို့ပြောင်းသည် နှင့် DAG
DAG (ဒုတိယတမန်)
3b DAG သည်အသက်ဝင်သည် ပရိုတင်း kinase C
ICF
ဂျီပရိုတိန်း ခွန်တွဲနေသည် လက်ခံသူ
(အသက်သွင်းသည်)
တက်ကြွသော phospholipase C (အကျိုးသက်ရောက်မှုပရိုတိန်း)
(ဒုတိယ တမန်)
၁ အပိုစည်းနှောင်ခြင်း ဆယ်လူလာတမန် receptor ကို activates လုပ်တယ် G ပရိုတိန်း။ ။ ဘယ်အပိုင်းခွဲ shuttles to နှင့် activates phospholipase C
P P P အိုင်ပီ ၃
မလှုပ်မရှား ပရိုတိန်း kinase C
ATP ADP
P သွက်လက်တယ် ပရိုတိန်း kinase C
3a IP 3 ကို စည်းရုံးသည် intracellular Ca 2+ ဖြစ်သည်။
ဒုတိယအကြိမ် တမန် Ca 2+
ထံမှ ER
4b ပရိုတင်း kinase C phosphorylates မလှုပ်မယှက်သတ်မှတ်ထားသည် ပရိုတင်း၊ ၎င်းကိုသက်ဝင်စေသည်။
4a Ca 2+ သည် activates ဖြစ်သည် calmodulin ။
ATP ADP
မလှုပ်မရှား calmodulin
သွက်လက်တယ် calmodulin
မလှုပ်မရှား သတ်မှတ်ထားသည် ပရိုတိန်း
(အပြောင်းအလဲများ ပုံသဏ္ဍာန်နှင့် function)
P သွက်လက်တယ် သတ်မှတ်ထားသည် ပရိုတိန်း
5a Calmodulin phosphorylates မလှုပ်မယှက်သတ်မှတ်ထားသည် ပရိုတင်း၊ ၎င်းကိုသက်ဝင်စေသည်။
ATP ADP
မလှုပ်မရှား သတ်မှတ်ထားသည် ပရိုတိန်း
(အပြောင်းအလဲများ ပုံသဏ္ဍာန်နှင့် function)
P သွက်လက်တယ် သတ်မှတ်ထားသည် ပရိုတိန်း
5b သွက်လက်တယ် သတ်မှတ်ထားသည် ပရိုတိန်းကိုပေးသည် လိုချင်သောအကြောင်း တုံ့ပြန်မှု

သော့ချက်

PIP 2 = Phosphatidylinositol bisphosphate

DAG = Diacylglycerol

IP 3 = Inositol trisphosphate

P = ဖော့စဖိတ်

6a အသက်ဝင်သည်ဟုသတ်မှတ်သည် ပရိုတိန်းကိုဖြစ်ပေါ်စေတယ် လိုချင်သောတုံ့ပြန်မှု

ဆယ်လူလာတုံ့ပြန်မှု **ဆယ်လူလာတုံ့ပြန်မှု**

• ပုံ ၄-၂၅ တစ်ပြိုင်နက်လုပ်ဆောင်မှုမှတဆင့် hydrophilic ဟော်မုန်းများ၏လုပ်ဆောင်မှုယန္တရား IP 3 /Ca 2 ဒုတိယ messenger လမ်းကြောင်းနှင့် DAG လမ်းကြောင်း

signal-transduction pathway-ဆဲလ်များကိုသေစေသောလမ်းကြောင်းဖြစ်သည် ကိုယ်တိုင်။)

ဒုတိယအကြိမ် MESSENGER PATHWAY အများအပြားမှ AMPLIFICATION
receptor activation နှင့်ပတ်သက်သောကျန်အချက်များ
အဖြစ်အပျက်များကိုဂရုပြုထိုက်သည်။ ပထမ ဦး စွာခြေလှမ်းအရေအတွက်ကိုစဉ်းစားပါ
ဒုတိယ messenger ထပ်ဆင့်လွှင့်ကွင်း၌သင်အဘယ်ကြောင့်ဤသို့တွေးမိသနည်း
ဆဲလ်အမျိုးအစားများစွာသည်ပြီးမြောက်ရန်တူညီသောရုပ်ထွေးသောစနစ်ကိုသုံးသည်
ဤမှုများပြားသောလုပ်ဆောင်ချက်များ တစ်စက္ကန့်ရှိအဆင်များစွာ
messenger လမ်းကြောင်းသည်အမှန်တကယ်အားသာချက်ဖြစ်သောကြောင့်ဖြစ်သည်
ဤလမ်းကြောင်းများ၏တိုးတက်ခြင်း (မြောက်စားခြင်း) အကျိုးသက်ရောက်မှုသည်

plifies ကနဦးအချက်ပြမှု (• ပုံ 4-26, p ။ 126) ။ ချဲ့ထွင်ခြင်း
ဆိုလိုသည်မှာစနစ်တစ်ခု၏ရလဒ်သည်စနစ်ထက်အများကြီးပိုကြီးသည်ဟုဆိုလိုသည်
input ကို။ ဥပမာတစ်ခုအနေနှင့် cAMP လမ်းကြောင်းကို သုံး၍ တစ်ခုနှင့်တစ်ခုဆက်စပ်နေသည်
extracellular messenger molecule သည် receptor တစ်ခုအား activates လုပ်သည်
adenylyl cyclase မော်လီကျူးအရေအတွက် (ထင်သလို ၁၀ ရအောင်)၊
တစ်ခုစီကိုများစွာသက်ဝင်စေသည် (ကျွန်ုပ်တို့၏ယူဆချက်ဥပမာတွင်
cAMP မော်လီကျူး ၁၀၀) ဟုဆိုကြပါစို့။ cAMP မော်လီကျူးတစ်ခုချင်းစီကိုလိုက်ပြီး
phosphorylates ပါသောပရိုတင်း kinase A တစ်မျိုးတည်းကိုလုပ်ဆောင်သည်
ထို့ကြောင့်၎င်းသည်များစွာသော (၁၀၀) အထူးလိုလားချက်ကိုထပ်မံလှုံ့ဆော်သည်၊
teins တွေဖြစ်တဲ့ enzymes တွေ။ တစ်ဖန်အင်ဇိုင်းတစ်ခုစီသည်တာဝန်ရှိသည်
အထူးသဖြင့်မော်လီကျူးများစွာ (၁၀၀ ဖြစ်နိုင်သည်) ကိုထုတ်လုပ်ရန်

စာမျက်နှာ ၂၂

[ယုံကြည်ချက်များ၊ စိန်ခေါ်မှုများနှင့်ထိန်းချုပ်မှုများ](#)

[ပရိုဂရမ်ဆဲလ်သတ်သေမှု: အချက်ပြတစ်ခု၏အံ့သြဖွယ်ဥပမာ ကူးပြောင်းလမ်းကြောင်း](#)

ကိစ္စတော်တော်များများတွင်အချက်ပြသည်
the မှအစပြုသည့် transduction လမ်းကြောင်းများ
extracellular စာတ mes- ၏စည်းနှောင်
ဆဲလ်၏မျက်နှာပြင်အမြှေးပါးမှလက်ခံသူ

▪ *Apoptosis* အတွက်တစ်ရှူးလည်ပတ်ငွေကြေးကြောင့်အတွက်အရေးပါသည်
အရွယ်ရောက်ကောင်။ အကောင်းဆုံးလုပ်ဆောင်ချက်
တစ်သျှူးအများစုသည်ဟန်ချက်ညီမှုပေါ်မူတည်သည်။
tween သည်သစ်ထုတ်လုပ်မှုကိုထိန်းချုပ်ခဲ့သည်

ယိုယွင်းအိုဆိုးရှိနှင့်လုံးကြက်သားဆဲလ်များကို 2 sup-
သွေးများပိတ်ဆို့ခြင်းကိုအပြည့်အဝခံခြင်း
နှလုံးတိုက်ခိုက်ခံရချိန်တွင်၎င်းတို့အားထောက်ပံ့ပေးနေသောဆဲလ်များ
necrosis ၏ရလဒ်အဖြစ်သေဆုံး (p ။ 335)

tor သည်သင့်လျော်သော func- မြင်တွင်ရန်ရည်ရွယ်သည်။
မျိုးပွားခြင်း၊ ရှင်သန်ခြင်း၊ ရှင်သန်ခြင်းသို့မဟုတ်မျိုးပွားခြင်း
ဆဲလ်၏ ဒါပေမယ့်ဆဲလ်တိုင်းမှာအရာတစ်ခုရှိတယ်
ပုံမှန်အားဖြင့် built-in pathway ကိုအစပျိုးလျှင်၊
ဆဲလ်သည်မိမိကိုယ်ကိုသတ်သေစေသည်
intracellular protein-snipping ကိုအသက်သွင်းသည်
ဆဲလ်များကိုသေးငယ်အောင်လှီးဖြတ်သောအင်ဇိုင်းများ
တစ်ခါသုံးအပိုင်းအစများ ရည်ရွယ်ချက်ရှိရှိ၊ လိုလား
grammed cell သေဆုံးခြင်းကို **apoptosis ဟုခေါ်သည်။**
(ဤအသုံးအနှုန်းသည်ရည်ရွယ်ချက်အနေနှင့် "လွတ်ချခြင်း" ကိုဆိုလိုသည်။
၎င်းသည်ဆဲလ်များကျဆင်းခြင်းကိုဆိုလိုသည်
ဆောင်း ဦး ရွက်များကဲ့သို့အသုံးမ ဝ င်တော့ပါ
သစ်ပင်များကိုပစ်ချပါ။) Apoptosis သည်ပုံမှန်အစိတ်အပိုင်းတစ်ခုဖြစ်သည်
ဘဝများ၊ ဖြစ်လာသောဆဲလ်များ
မလိုအပ်ဘဲ (သို့) စိတ်အနှောင့်အယှက်ဖြစ်ခြင်းကိုဖြစ်စေသည်
အဓိကအကျိုးကျေးဇူးများအတွက်မိမိကိုယ်ကိုဖျက်ဆီးခြင်း
ခန္ဓာကိုယ်တစ်ခုလုံး၏ကျန်းမာရေးကိုကောင်းစေသည်။

Apoptosis ၏အခန်းကဏ္ဍ

ဒါတွေကတော့အရေးကြီးတဲ့အခန်းကဏ္ဍနေဉပမာတွေပါ
ဤပင်ကိုယ်အနှစ်နာခံခြင်းအစီအစဉ်ဖြင့်

- မရွေးဆဲလ်၏ကြိုတင်ခန့်မှန်း *Self*-ဖျက်သိမ်းရေး
  တိုးတက်မှု၏ပုံမှန်အစိတ်အပိုင်းတစ်ခုဖြစ်သည်။ သေချာပါတယ်
  ဖွံ့ဖြိုးဆဲကာလအတွင်းမလိုလားအပ်သောဆဲလ်များ
  opment တွေကိုသတ်ဖို့အစီအစဉ်ရှိတယ်။
  ခန္ဓာကိုယ်သည်၎င်း၏အင်္ဂါအစိတ်အပိုင်းအဖြစ်ပုံဖော်ထားသော
  nal ပုံစံ တစ် ဦး ၏ဖွံ့ဖြိုးတိုးတက်မှုကာလအတွင်း
  ဥပမာ apoptosis deliber- အမျိုးသမီး၊
  သန္ဓေသားပြွန်များကိုအလွန်အမင်းဖယ်ရှားသည်။
  ယောကျ်ားမျိုးပွားမှုကိုဖွဲ့စည်းနိုင်သည်
  ဝေစာ။ ထို့အတူ apoptosis သည်လက်ချောင်းများကိုထုထွင်းသည်
  mitten ပုံသဏ္ဌာန်developingနှင့်ဖွံ့ဖြိုးသောလက်မှ
  web ကဲ့သို့အမြှေးပါးများကိုဖယ်ရှားခြင်းဖြင့်
  သူတို့အကြား

ဆဲလ်များနှင့်ထိန်းညှိထားသောဆဲလ်များကိုဖျက်ဆီးမှစ်သည်။
ဤချိန်ခွင်လျှာသည်သင့်လျော်သောကဏ္ဍန်းကိုထိန်းသိမ်းသည်။
အာမခံပေးနေစဉ်တစ်သျှူး၌ဆဲလ်များ
၎င်းသည်လတ်ဆတ်သောဆဲလ်များကိုထိန်းချုပ်ထောက်ပံ့ပေးသည်
သူတို့ရဲ့စွမ်းဆောင်ရည်အထွတ်အထိပ်ကိုရောက်နေတယ်။

- ပရိုဂရမ်ဆဲလ်သေများကအရေးပါသည်။
  ခုခံအားစနစ်တွင်အရေးပါသောအခန်းကဏ္ဍ Apopto-
  sis သည်ဆဲလ်များကိုဖယ်ရှားရန်နည်းလမ်းတစ်ခုပေးသည်
  အန္တရာယ်ရှိသောဗိုင်းရပ်စ်များနှင့်ကူးစက်သည်။ ဒါ့ထက်
  ပိုများသောရောဂါကူးစက်မှုကိုတိုက်ဖျက်သောသွေးဖြူဥ
  သတ်မှတ်ထားသောပြီးစီးသောဆဲလ်များ
  function နှင့် exe- မလိုအပ်တော့ပါ။
  သူတို့ကိုယ်သူတို့ချစ်စရာ
- *homeosta*- ခြိမ်းခြောက်ကြောင်းမလိုလားအပ်သောဆဲလ်
  sis ကိုပုံမှန်အားဖြင့်ခန္ဓာကိုယ်မှကောက်ယူသည်
  apoptosis ။ ဤ hit list တွင်ပါဝင်သည်
  ပျက်စီးသွားသောဆဲလ်များ၊ ဟောင်းနွမ်းနေသောဆဲလ်များ
  ဓာတ်ရောင်ခြည်ထိတွေ့မှုကြောင့်ပျက်စီးနိုင်သည်
  သို့မဟုတ်အခြားအဆိပ်များနှင့်ဆဲလ်များ
  တစ်နည်းနည်းနဲ့လွဲသွားတယ်။ များစွာပြောင်းလဲခဲ့သည်
  ဆဲလ်များကိုယခင်ကဤနည်းဖြင့်ဖယ်ရှားသည်
  သူတို့သည်အပြည့်အဝကင်ဆာဖြစ်လာသည်။

Apoptosis နှင့် Necrosis နှိုင်းယှဉ်ချက်

Apoptosis သည်တစ် ဦး တည်းသောနည်းလမ်းမဟုတ်ပါ
ဆဲလ်သေနိုင်သည်၊ သို့သော်၎င်းသည်အသေသပ်ဆုံးနည်းလမ်းဖြစ်သည်
အကြောင်းမှာထိန်းချုပ်၊ ရည်ရွယ်ချက်ရှိရှိ၊ သပ်ရပ်သောနည်းလမ်းဖြစ်သည်
မရှိတော့သောဆဲလ်တစ်ခုစီကိုဖယ်ရှားသည်
လိုအပ်သည် (သို့) ၎င်းသည်ခန္ဓာကိုယ်ကိုခြိမ်းခြောက်သည်။
အခြားဆဲလ်သေပုံစံမှာ **necrosis ဖြစ်သည်**
(သေဆုံးခြင်းကိုဆိုလိုသည်) ထိန်းချုပ်မှုမရှိခြင်း၊
မတော်တဆ၊ အသုံးဝင်သောဆဲလ်များကိုသတ်ခြင်း
အေးဂျင့်တစ် ဦး ပြင်းထန်စွာထိခိုက်ဒဏ်ရာရသည်
ရုပ်ပိုင်းဆိုင်ရာထိုးနှက်ချက်တစ်ခုအနေနှင့်ဆဲလ်ပြင်ပသို့
အို ၂ ချို့တဲ့မှု (သို့) ရောဂါ။ ဥပမာ,

necrosis နှင့် apoptosis ဖြစ်သော်လည်း
နှစ် ဦး စလုံးသည်ဆဲလ်သေများဖြစ်ပေါ်စေပြီးအဆင့်များပါ ဝ င်သည်
အလွန်ကွဲပြားခြားနားကြသည်။ necrosis တွင်သေဆုံးသည်
ဆဲလ်များသည် passive သားကောင်များဖြစ်သော်လည်း apopto- တွင်
ဆဲလ်များသည်၎င်းတို့ကိုယ်တိုင်၌တက်ကြွစွာပါဝင်ကြသည်
သေဆုံးမှုများ။ necrosis တွင်ဒဏ်ရာရဆဲလ်သည်မလုပ်ဆောင်နိုင်ပါ
Na + ကိုပုံမှန်အတိုင်း စုပ်ထုတ်ပါ ။ ထို့ကြောင့်ရေ
ဆဲလ်များဖြစ်ပေါ်စေသော osmosis ကြောင့်စီးဆင်းသည်
swell နှင့်ပေါက်ပြဲ။ ပုံမှန်အားဖြင့် necrosis တွင်ဖြစ်သည်
ဆဲလ်သေများဒဏ်ရာရစေသောစော်ကားမှု
အနီးအနားမှာဆဲလ်တွေအများကြီး၊ အများကြီး
ပျင်းစရာကောင်းတဲ့ဆဲလ်တွေကဖောင်းပြီးပေါက်ပြဲနေတယ်။ ပြန်လည်-
intracellular အကြောင်းအရာများကို sur- ထဲသို့
ပတ်ပတ်လည်ရှိတစ်သျှူးများသည်ရောင်ရမ်းခြင်းကိုစတင်စေသည်
ပျက်စီးသွားသောနေရာ၌တုံ့ပြန်မှု (စာမျက်နှာ ၄၂၀ ကိုကြည့်ပါ) ။
ကံမကောင်းစွာဖြင့်ဤရောင်ရမ်းတုံ့ပြန်မှု
ကျန်းမာသောအိမ်နီးချင်းဆဲလ်များကိုထိခိုက်စေနိုင်သည်။

ဆန့်ကျင်ဘက်အားဖြင့် apoptosis သည်တစ် ဦး ချင်းကိုပစ်မှတ်ထားသည်
ဆဲလ်များကိုဖျက်ဆီးရန်၊ ပတ် ဝ န်းကျင်ကိုစွန့်သည်။
ဆဲလ်များမပျက်မစီး ပြစ်တင်ရှုတ်ချထားသောဆဲလ်တစ်ခုအချက်ပြသည်
ကိုယ့်ကိုယ်ကိုသတ်သေရန်၎င်း၏ကိုယ်ပိုင်မှ detaches
အိမ်နီးချင်းများ၊ ထို့နောက်ရောင်ရမ်းခြင်းထက်ကျုံ့သွားသည်
နှင့်ပေါက်ကွဲ။ ဆဲလ်၏ mitochondria သည်-
ယိုစိမ့်လာသည်၊ cytochrome *c* ကို ခွင့်ပြုသည်
cytosol ထဲသို့ယိုစိမ့်သည်။ Cytochrome *c,* က
အီလက်ထရွန်သယ်ယူပို့ဆောင်ရေးစနစ်၏အစိတ်အပိုင်း
tem, များသောအားဖြင့် oxidative phos- တွင်ပါ ဝ င်သည်။
ATP ထုတ်လုပ်ရန် phorylation (p ။ 35) ကိုကြည့်ပါ။
၎င်း၏ပုံမှန် mitochondrial ပတ်ဝန်းကျင်အပြင်ဘက်တွင်
သို့သော် cytochrome *c* သည် a ကိုသက်ဝင်စေသည်
ပုံမှန်အားဖြင့်မလှုပ်မရှား intracellular ၏ cascade
ပရိုတင်းဖြတ်တောက်နိုင်သောအင်ဇိုင်းများ၊ အ **ဖုံးများ၊**
၎င်းသည်အတွင်းမှဆဲလ်များကိုသတ်သည်။ un-
leashed caspases များသည်မော်လီကျူးကတ်ကြေးကဲ့သို့ပြုမူသည်
ဆဲလ်ကိုစနစ်တကျဖျက်သိမ်းရန် Snip-

secretory ထုတ်ကုန်ကဲ့သို့သောထုတ်ကုန်။ ဤအမှု၏ရလဒ်
cade သည်အဖြစ်အပျက်တစ်ခုကိုနောက်ဆက်တွဲစတင်ဖြစ်ပေါ်စေသောအဖြစ်အပျက်များအဖြစ်ဖြစ်သည်
ကန ဦး အချက်ပြ၏ mendous amplification ငါတို့ရဲ့ယူဆချက်မှာ
ဥပမာ၊ extracellular messenger မော်လီကျူးတစ်ခုဖြစ်ခဲ့သည်
a ၏မော်လီကျူး ၁၀ သန်းကိုထုတ်လုပ်ရန်တာဝန်ရှိသည်
secretory ထုတ်ကုန်။ ဤနည်းဖြင့်ပြင်းအားအလွန်နည်းသည်
ဟော်မုန်းများနှင့်အခြားဓာတုစေတမန်များကလိုလားမှုကိုဖြစ်စေသည်။
ဆဲလ်တုံ့ပြန်မှုကိုကြေငြာသည်။

RECEPTORS ၏အချုပ်အခြာသည် အမြှေးပါးဖြစ်သော်လည်း
extracellular ပထမ ဦး ဆုံးစေတမန်များနှင့်အကြားဆက်သွယ်မှုများအဖြစ်ဆောင်ရွက်သည်
ဆဲလ်လူလာ၏ဒုတိယစေတမန်၏သတ်မှတ်ထားသောဆယ်လူလာစည်းမျဉ်း

လှုပ်ရှားမှုများ၊ လက်ခံသူတို့ကိုယ်သူတို့လည်းမကြာခဏအကြောင်းအရာဖြစ်သည်
။ ဖြစ်ရပ်များစွာတွင်လက်ခံသူအရေးအတွက်နှင့်ဆန့်ကျင်ဘက်ဖြစ်သည်
(၎င်း၏ဓာတုစေတမန်အားလက်ခံသောဆွဲဆောင်မှု) ဖြစ်နိုင်သည်။
အခြေအနေပေါ် မူတည်၍ ပြုစုသည်။ ဥပမာ - နာတာရှည်
သွေးထဲရှိအင်ဆူလင်မြင့်တက်မှုသည်အင်ဆူလင်ကိုလျော့ကျစေသည်
အင်ဆူလင်လက်ခံသူအရေအတွက် နောက်ပိုင်းဖုံးတဲ့အခါမှာသတ်သတ်မှတ်မှတ်ရှိတယ်
endocrine ဂလင်းများကိုအသေးစိတ်သင်ဤအကြောင်းပိုမိုလေ့လာလိမ့်မည်
ပစ်မှတ်ဆဲလ်တစ်ခု၏တုံ့ပြန်မှုကိုထိန်းညှိရန်ယန္တရား
ဟော်မုန်း။

များစွာသောရောဂါများသည်မှားယွင်းသောလက်ခံရယူမှုနှင့်ဆက်စပ်နိုင်သည်။
tors (သို့) signal signal-transduction မှချို့ယွင်းချက်များသို့
လမ်းကြောင်းများ ဥပမာအားဖြင့်ချို့ယွင်းသော receptors များသည်တုံ့ပြန်မှုရှိသည်။

စာမျက်နှာ ၂၃

ping protein ကိုပရိုတင်းလုပ်ပြီးရင်သူတို့ကတက်ခုတ်တယ်
nucleus သည်၎င်း၏ဘဝအတွက်မရှိမဖြစ်လိုအပ်သောအစိတ်အပိုင်းကို
DNA သည်အတွင်းပိုင်းပုံသဏ္ဌာန်ကိုဖြိုခွဲသည်။
cytoskeleton ကိုကိုင်ပြီးနောက်ဆုံးအပိုင်းအစ
ဆဲလ်သည်တစ်ခါသုံးအမြှေးပါးသို့
ပူးတွဲပါအထုပ်များ (ပူးတွဲပါကိုကြည့်ပါ
ဓာတ်ပုံ) ။ အရေးကြီးတာကအကြောင်းအရာတွေပါ
သေနေသောဆဲလ်ကိုပလာစမာဖြင့်ရစ်ပတ်ထားသည်
self-exe- တစ်ခုလုံးတွင်အမြှေးပါး
ထို့ကြောင့်သန့်ရှင်းရေးလုပ်ခြင်းသည်အငွေ့ပျံခြင်းကိုရှောင်ရှားသည်
အန္တရာယ်ပေးနိုင်သော intracellular ပါဝင်မှုများ
necrosis ၏လက္ခဏာ ရောင်ရမ်းခြင်းမရှိပါ
တုံ့ပြန်မှုကအစပျိုးတဲ့အတွက်အိမ်နီးချင်းမရှိဘူး
ဆဲလ်များကိုထိခိုက်စေသည်။ ထိုအစားအနီးတစ်ဝိုက်ရှိဆဲလ်များ
၎င်းသည်လျင်မြန်စွာလွှမ်းမိုးလာပြီး apoptotic ကိုဖျက်ဆီးသည်
phagocytosis မှဆဲလ်အပိုင်းအစများ အနားယူခြင်း-
down products များသည်အခြား pur များအတွက်ပြန်လည်အသုံးပြုသည်။
လိုအပ်သလိုနေရာယူသည်။ တစ်သျှူးတစ်ခုလုံးရှိသည်
ပုံမှန်အတိုင်းဆက်လက်လည်ပတ်နေခဲ့သည်
ပစ်မှတ်ထားသောဆဲလ်သည်အလိုလိုမသိလိုက်ဘဲမိမိကိုယ်ကိုသတ်သေ

Apoptosis ကိုထိန်းချုပ်ခြင်း

ဆဲလ်တိုင်းတွင်အဖုံးများပါရှိလျှင်မည်သည့်အရာမဆို
mally သည်ဤအစွမ်းထက်သောမိမိကိုယ်ကိုဖျက်ဆီးခြင်းကိုထိန်းသိမ်း
ထိန်းချုပ်မှုအောက်ရှိအင်ဇိုင်းများ (ဆိုလိုသည်မှာမလှုပ်မယှက်ဖြစ်သည်
ခန္ဓာကိုယ်အတွက်အသုံးဝင်သောဆဲလ်များ (form)
အသက်ရှင်ဖို့ထိုက်တန်သလား။ ထို့အတူမည်သည့်လုပ်ဆောင်ချက်
သေမင်းကိုင်ဆောင်ထားသော caspase cascade ကို vates လုပ်သည်

ဆဲလ်အတွင်း။ ဤအချက်များတွင်တစ်သျှူးများပါဝင်သည်။
ကြီးထွားမှုအချက်များ၊ အချို့သောဟော်မုန်းများ၊
အိမ်နီးချင်းနှင့်သင့်လျော်သောဆက်သွယ်မှု
ဆဲလ်များနှင့် extracellular matrix များ ဒီ ex-
tracellular ရှင်သန်မှုအချက်ပြမှုများသည် intracellu ကိုဖြစ်ပေါ်စေသည်
lar ၏လမ်းကြောင်းများကိုသက်ဝင်လှုပ်ရှားမှုကိုပိတ်ဆို့စေသည်
Caspase cascade, ထို့ကြောင့်ဆဲလ်များ၏တားမြစ်သည်
သေစေသောစက်များ ဆဲလ်အများစုသည်ထောက်ခံသည်
သူတို့မသတ်လျှင်သတ်သေရန်ဂရမ်မာ
သူတို့၏ပုံမှန်စိတ်ချရသောရှင်သန်မှုလက္ခဏာကိုရယူပါ။
nals ။ ပုံမှန်အကာအကွယ်များကိုဖယ်ရှားခြင်းဖြင့်
သေစေနိုင်သော protein-snipping enzymes များသည်
ပြန့်သွားသည်။ ဥပမာအားဖြင့်ငွေထုတ်သည်
ဖွံ့ဖြိုးမှုအချက်များသို့မဟုတ်ယခင်
tracellular matrix သည်ဆဲလ်တစ်ခုကိုချက်ချင်းဖြစ်ပေါ်စေသည်
ကိုယ်တိုင်စီရင်ပါ။
ထို့ပြင်ဆဲလ်များသည်“ သေဆုံးမှုလက်ခံရရှိသည်” ကိုပြသသည်။
tors” သည်လက်ခံရရှိသောသူတို့၏ plasma အမြှေးပါးတွင်ရှိသည်
သီးခြား extracellular“ သေခြင်းအချက်ပြ” များ၊
တစ်ခု (သို့) သီးခြားဓာတုဗေဒ
သွေးဖြူဥများမှ cal messenger Acti-
ဤအချက်များကြောင့်သေခြင်းလမ်းကြောင်းကိုရွေးချယ်ခြင်း
အသက်ကယ်လမ်းကြောင်းများကိုကျော်လွှားနိုင်သည်။
ရှင်သန်မှုအချက်ပြများမှပေးအပ်သည်။ သေဆုံးခြင်း-
signal transduction pathway သည်လျင်မြန်စွာတောက်လောင်သည်
internal apoptotic စက်များ၊ မောင်းနှင်ခြင်း
ဆဲလ်သည်၎င်း၏ကိုယ်ပိုင်ကျဆုံးမှုသို့ ထို့အတူမိမိကိုယ်ကို
execution machinery သည်ရွေ့လျားနေသည်

apoptosis ၏မှားယွင်းသောထိန်းချုပ်မှုကိုတန်ဖိုးထားသည်။
ဆဲလ်အလွန်အကျွံ (သို့) အလွန်နည်းသည်
သတ်သေမှု - များစွာတွင်ပါ ဝ င်ပုံရသည်
အဓိကရောဂါများ။ အလွန်အကျွံ apoptotic လှုပ်ရှားမှု
နောက်ဆဲလ်ကိုအထောက်အကူပြုသည်ဟုယုံကြည်ကြသည်
အယ်လ်ဇိုင်းမားရောဂါနှင့်ဆက်စပ်သေဆုံးခြင်း၊
ပါကင်ဆန်ရောဂါနှင့်လေဖြတ်ခြင်းတို့အပြင်
အရေးကြီးအချိန်မတိုင်မီသေဆုံးခြင်း
AIDS ၌ကူးစက်မှုကိုတိုက်ဖျက်နိုင်သောဆဲလ်များ ပြောင်းပြန်၊
အလွန်နည်းသော apoptosis သည်ဖြစ်နိုင်ချေအလွန်နည်းသည်
ကင်ဆာ၌ သက်သေပြသည်မှာကင်ဆာဖြစ်သည်
ဆဲလ်များသည်ပုံမှန် extracel
ဆဲလ်သေများကိုမြှင့်တင်ပေးသော lular အချက်ပြမှုများ Be-
ဤဆဲလ်များသည်လျစ်လျူရှုမှုကြောင့်သေဆုံးခြင်းကိုဖြစ်စေသည်။
၎င်းတို့သည်ဒလဟောပုံစံမပျက်ဘဲကြီးထွားလာသည်
ဖရိုဖရဲ၊ ထိန်းချုပ်မှုမရှိသောအစုလိုက်အပြုံလိုက်။
Apoptosis သည်လတ်တလောတွင်အပူအပင်များထဲမှတစ်ခုဖြစ်သည်။
ကွင်းဆင်းစုံစမ်းစစ်ဆေးမှုအကြောင်းအရာများကိုစုံစမ်းပါ။ ပြန်လည်-
ရှာဖွေသူများသည်ရှာဖွေရန်ရုန်းကန်နေရသည်
signal trans- တွင်ပါဝင်သောအချက်များစွာ
duction pathways သည်ဤလုပ်ငန်းစဉ်ကိုထိန်းချုပ်သည်။
သူတို့ရဲ့မျှော်လင့်ချက်ကသူနဲ့ပေါင်းဖို့နည်းလမ်းရှာဖို့ပါ
apoptotic စက်များကိုဆိုးဆိုးရွားရွားရှာဖွေသည်
အမျိုးမျိုးကိုကုသရန်ကုထုံးသစ်များလိုအပ်သည်
လူသတ်သမားကြီးတွေရဲ့

မလိုအပ်သောဆဲလ်များကိုဖယ်ရှားပစ်ရန်ရှည်ရှည်သည်။ ကိုယ်တိုင်လား? ဒီဘဝ စေတွေ့ရှိအရေးပါပုံကိုကြည့်ရင် သို့တည်းမဟုတ်သေခြင်းတရားဆုံးဖြတ်ချက်များချခြင်းသည်အံ့သြဖွယ်ကောင်းသည် multiple pathways ကို a တင်းကျပ်စွာထိန်းချုပ်သည် ဆဲလ်သည်" ဖြစ်သည်ဖြစ်စေဖြစ်သည်ဖြစ်စေ" ပုံမှန်အားဖြင့်ဆဲလ်တစ်ခု " ရှင်သန်မှုနိယာမ" ၏အဆက်မပြတ်စီးဆင်းမှုကိုလက်ခံရရှိသည်။ nals" သည်၎င်းအားသုံးသောဆဲလ်ကိုစိတ်ချစေသည်။ ကိုယ်ခန္ဓာ၌ပြည့်စုံရန်၊ အရာခပ်သိမ်းသည်မှန်ကန်သည်။ ဆဲလ်၏အနီးအနားပတ်ဝန်းကျင်၊ အရာအားလုံးသည်ကောင်းမွန်စွာအလုပ်လုပ်သည်

ဆဲလ်တစ်ခုသည်အစားထိုး။ မရှိသော intracellular dam ကိုခံစားနေရသည်။ အသက် ထိုကြောင့်အချို့အချက်ပြများသည် apoptosis ကိုတိတ်ဆိတ်သည်၊ ပုံမှန်အားဖြင့်မှုများကငင်းကိုထောက်ခံသည်။ ဆဲလ်တစ်ခုရှင်သန်သလား (သို့) သေခြင်းသည်ဤယှဉ်ပြိုင်မှု၏မည်သည့်အရာပေါ်တွင်မူတည်သည်။ ဆဲလ်သည်အချိန်မဆိုအချက်ပြစနစ်များကကြီးစိုးနေသည်။ အယ်လ်- ဆဲလ်အားလုံးမှာတူညီတဲ့သေခြင်းတရားရှိပေမဲ့ chinery သည်၎င်းတို့အတွက်သီးခြားအချက်ပြမှုကွဲပြားသည် သူတို့ကိုယ်တိုင်သေရန်လှုံ့ဆော်သည်။ ဆဲလ်တစ်ခုစီ၏သက်တမ်းသည်ဆွဲထားသည်ကိုထည့်သွင်းစဉ်းစားရမည့်ဆဲလ်တစ်ခု (ဘယ်ဘက်) နှင့်အောက်ရှိဆဲလ်တစ်ခု အချိန်တိုင်းတွင်နူးညံ့သိမ်မွေ့သောချိန်ခွင်လျှာ၌၎င်းသည်ပျောက်လွန်ပါ apoptosis (ညာဘက်)

isuals Unlimited ဖြစ်သည်

Laron dwarfism အတွက် **sible** ဤအခြေအနေတွင်လူသည် ပုံမှန်ကြီးထွားနှုန်းပုံမှန်ရှိသော်လည်းတိုတောင်းသည်။ တစ်သျှူးများသည်ကြီးထွားမှုကိုပုံမှန်မတုံ့ပြန်နိုင်ပါ ဟော်မုန်း။ ဒါကသာမန်လူပုအမျိုးအစားနဲ့မတူဘဲ လူတစ်ယောက်သည်ပုံမှန်မဟုတ်ဘဲတိုတောင်းသောကြောင့်ဖြစ်သည် ကြီးထွားဟော်မုန်းချို့တဲ့ခြင်း။ အခြားဥပမာတစ်ခုအနေနှင့်အဆိပ် ကူးစက်စေသောဘက်တီးရီးယားအချို့ကိုထုတ်လွှတ်သည် ကာလဝမ်းရောဂါနှင့်ကြက်ညှာချောင်းဆိုး၊ ဒုတိယတမန်လမ်းကြောင်း နည်းလမ်းများကိုအဆင်မြင့်ဖြင့်ဖွင့်ထားသည်။ **ကာလဝမ်းရောဂါသည်အဆိပ်အတောက်** GTP မှဂျီဒီပီသို့ပြောင်းလဲခြင်းမှ G ပရိုတိန်းပါ ဝ င်သည်။ G ပရိုတင်းကို၎င်း၏တက်ကြွသောအခြေအနေတွင်ထည့်သွင်းသည်။ **Pertussis (ကြက်ညှာ ချောင်းဆိုးခြင်း) အဆိပ်အတောက်** သည် adenylyl cyclase ကိုဟန့်တားသည်

ဒုတိယဒုတိယတမန်လမ်းကြောင်းကိုစဉ်ဆက်မပြတ်ထိန်းသိမ်းထားသည် တက်ကြွသည်။

hydrophilic hor- အသုံးပြုသောနည်းလမ်းများကိုဆန်းစစ်ပြီးနောက် mones ကသူတို့ရဲ့ပစ်မှတ်ဆဲလ်တွေကိုပြောင်းတယ်၊ ငါတို့အခုယန္တရားကိုအာရုံစိုက်နေကြတယ် lipophilic ဟော်မုန်း၏လုပ်ဆောင်ချက်

မျိုးဗီဇများကိုလှုံ့ဆော်ပေးခြင်းဖြင့် lipophilic ဟော်မုန်းများထွက်သည် ပရိုတင်းအသစ်များပေါင်းစပ်ခြင်းကိုအားပေးသည်။

lipophilic ဟော်မုန်းအားလုံး (steroids နှင့် thyroid hormone) intracellular receptors များနှင့်ပေါင်းစည်းပြီးအဓိကအားဖြင့် ef- တိကျသောမျိုးဗီဇများကိုသက်ဝင်စေခြင်းအားဖြင့်၎င်းတို့၏ပစ်မှတ်ဆဲလ်များတွင် fects များရှိသည်

စာမျက်နှာ ၁၂၆

မော်လီကျူးများဒုတိယ messenger စနစ်						စုစုပေါင်းအရေအတွက် မော်လီကျူးများ
extracellular ဓာတု messenger မှချည်နှောင်ထားသည် membrane လက်ခံသူ						၁
အသက်သွင်းသည် adenylyl cyclase					ချဲ့ထွင်ခြင်း (၁၀)	၁၀
Cyclic AMP	cAMP	cAMP	cAMP	cAMP	ချဲ့ထွင်ခြင်း (၁၀၀)	၁၀၀၀
အသက်သွင်းသည် ပရိုတင်း kinase						၁၀၀၀
Phosphorylated (activated) အသားဓာတ် (ဥပမာ၊ အင်ဇိုင်းတစ်မျိုး)					ချဲ့ထွင်ခြင်း (၁၀၀)	၁၀၀၀၀၀
ထုတ်ကုန်များ activated အင်ဇိုင်း					ချဲ့ထွင်ခြင်း (၁၀၀)	10,000,000

• **ပုံ 4-26 ဒုတိယ-messenger ကိုလမ်းကြောင်းအားဖြင့်ကနဦးအချက်ပြ၏ Amplification ။**
အသံချဲ့စက်မှတဆင့် extracellular ဓာတုစေတမန်များကဲ့သို့အလွန်စုစည်းမှုနိမ့်သည် ဟော်မုန်းများသည်သိသာထင်ရှားသောဆဲလ်တုံ့ပြန်မှုကိုဖြစ်ပေါ်စေနိုင်သည်။

• Fig- တွင်အကျဉ်းချုပ်ဖော်ပြထားသောပရိုတိန်းအသစ်များပေါင်းစပ်ခြင်းကိုဖြစ်ပေါ်စေသည်။ ယူရီးယား ၄-၂၇
အခမဲ့ lipophilic ဟော်မုန်း (၎င်း၏ဟော်မုန်းနှင့်မချည်နှောင်ပါ plasma-protein carrier) သည် plasma အမြှေးပါးမှတဆင့်ပျံ့နှံ့သွားသည် ပစ်မှတ်ကလာပ်စည်း (ခြေလှမ်း၏ 1 အတွက် • ပုံ 4-27) နှင့်၎င်း၏နှင့်အတူခညြှနှောင် ဆဲလ်အတွင်း၌သီးခြား receptor၊ cytoplasm ၌ဖြစ်စေ၊ ၎င်း၌ဖြစ်စေ နျူကလိယ (အဆင့် ၂) လက်ခံသူတစ် ဦး စီသည်ပေါင်းစည်းရန်သီးခြားဒေသတစ်ခုရှိသည် ၎င်း၏ဟော်မုန်းနှင့် DNA ကိုပေါင်းစည်းရန်အခြားဒေသတစ်ခုနှင့်ပေါင်းခြင်း လက်ခံသူသည် DNA နှင့် ဦး စွာမချည်နှောင်နိုင်ပါ ဟော်မုန်း။ ဟော်မုန်းကိုလက်ခံသူနှင့်ပေါင်းလိုက်သောအခါ၊ ဟော်မုန်း receptor complex သည်တိကျသောနေရာတွင် DNA နှင့်ပေါင်းစပ်သည်။ **ဟော်မုန်းတုံ့ပြန်မှု** ဟုလူသိများသော DNA ပေါ်တွင် tachment site **element (HRE)** (အဆင့် ၃) ။ မတူညီသော steroid ဟော်မုန်းများနှင့်သင်၏ roid ဟော်မုန်းသည်၎င်းတို့၏သက်ဆိုင်ရာ receptors များနှင့်တစ်ချိန်ကချည်နှောင်သည် DNA ပေါ် ရှိကွဲပြားခြားနားသော HREs များတွင်သင်ပေးပါ။ ဥပမာအားဖြင့်အီစထရိုဂျင်သည် ceptor complex သည် DNA ၏ estrogen တုံ့ပြန်မှုဒြပ်စင်တွင်ချည်နှောင်ထားသည်။
DNA ကို" အလှည့်အပြောင်းများနှင့်ဟော်မုန်းလက်ခံရယူမှုရှုပ်ထွေးစေခြင်း" on" သို့မဟုတ်ပစ်မှတ်ဆဲလ်အတွင်းတိကျသောမျိုးဗီဇကိုဖွင့်ပေးသည် (အဆင့် ၄) ။ ဤဗီဇတွင်ပေးထားသောပရိုတိန်းကိုပေါင်းစပ်ရန်ကုဒ်တစ်ခုပါ ဝ င်သည်။ ဟိ activated gene ၏ code ကိုဖြည့်စွက်စာအဖြစ်ကူးပြောင်းသည် messenger RNA (mRNA) (အဆင့် ၅) ။ mRNA အသစ်သည်ထွက်ခွာသည် nucleus သည် cytoplasm (အဆင့် ၆) သို့၎င်း a နှင့်ချည်နှောင်သည် ribosome၊ အသစ်သောစုဝေးမှုကိုပြေလည်စေသော" workbench" ပရိုတိန်း။ ဤတွင် mRNA သည်သတ်မှတ်ထားသောပေါင်းစပ်မှုကိုညွှန်ပြသည်

အဆိုပါဟော်မုန်း၏နည်းလမ်းများ၊ ကွဲပြားသောမျိုးဗီဇများသည်ကွဲပြားခြားနားစွာဖြင့်အသက်သွင်းသည်။ lipophilic ဟော်မုန်းများကြောင့်ကွဲပြားသောဇီဝသက်ရောက်မှုများဖြစ်ပေါ်စေသည်။
စတီးရွိုက်အများစုသည်ဟော်မုန်းများဖြင့်ပြီးမြောက်သော်လည်း မျိုးရိုးဗီဇသို့ ဦး တည်သော intracellular receptors များနှင့် monal binding activation, မကြာသေးမီကလေ့လာမှုများကပြပြီးလုပ်ခဲ့သောအခြားယန္တရားတစ်ခုကိုထုတ်ဖော်ပြသခဲ့သည် steroid ဟော်မုန်းများသည်အလွန်လျင်မြန်သောအကျိုးသက်ရောက်မှုများကိုဖြစ်ပေါ်စေသည် မျိုးဗီဇထုတ်ယူခြင်းဖြင့်ကြားဝင်ညှိနှိုင်းပေးရမည်။ အချို့သော steroid ဟော်မုန်းများ၊ အထူးသဖြင့်ထူးခြားသောစတီးရွိုက်နှင့်ပေါင်းစပ်ထားသောလိင်ဟော်မုန်းအချို့ ချည်နှောင်ခြင်းအပြင် plasma အမြှေးပါး၌ roid receptors များ nucleus ရှိရိုးရာ steroid receptors များနှင့် ဒီမှတ်စု ရန်ဆောင် binding brane *nongenomic Steroid* တစ်မျိုးအဲဒီ *receptor* လုပ်ရပ်များ, ကြောင်း ၎င်းသည်ဗီဇပြောင်းလဲခြင်း မပါဘဲ၍ အခြားအရာများဖြင့်ပြီးမြောက်သောလုပ်ဆောင်ချက်များဖြစ်သည် တစ်လှေကျတ်တွင် ionic flux များပြောင်းလဲမှုများဖြစ်ပေါ်စေခြင်းကဲ့သို့သောလုပ်ဆောင်ချက် အမြှေးပါး (သို့) ဆယ်လူလာအင်ဇိုင်းများ၏လုပ်ဆောင်မှုကိုပြောင်းလဲခြင်းဖြင့် မကြာသေးမီကတစ်ခုကငါတို့ကတူညီတာနဲ့ကွာခြားချက်တွေကိုနှိုင်းယှဉ်မယ် အာရုံကြောနှင့်ဟော်မုန်းတုံ့ပြန်မှုများသည်စနစ်အဆင့်တွင်ရှိသည်။

အာရုံကြောနှိုင်းယှဉ်ချက် နှင့် Endocrine စနစ်များ

အာရုံကြောနှင့် endocrine စနစ်များသည်အဓိကစည်းမျဉ်းနှစ်ခုဖြစ်သည်။ ခန္ဓာကိုယ်ရှိစနစ်များ။ အဆိုပါ ဦး နှောက်အာရုံကြောစနစ် အလျင်အမြန်ထုတ်လွှင့် အရိုးကြွက်သားများနှင့် exocrine သို့လျှပ်စစ်တွန်းအားများ

[illegible]
ဖွဲ့စည်းတည်ဆောက်ပုံကို ribosome (အဆင့် ၈) မှထုတ်လွှတ် သည်
ဟော်မုန်းကိုပစ်မှတ်ဆဲလ်၏အဆုံးစွန်တုံ့ပြန်မှု (အဆင့် ၉) အားဖြင့်

[illegible] ဝှကျခ hor-
ဤစနစ်နှစ်ခုသည်များစွာကွဲပြားသော်လည်းငင်းတို့တွင်ရှိသည်
ဘုံ၌များစွာသော (▲ စားပွဲတင် 4-5) ။ သူတို့နှစ်ယောက်လုံးနောက်ဆုံးမှာပြောင်းသွားတယ်

စာမျက်နှာ ၂၅

သွေးကြော

ပလာစမာ
ပရိုတိန်း
carrier ဖြစ်သည်

**Steroid ပါ
ဟော်မုန်း**

ECF

ပလာစမာ
အမြှေးပါး

Cytoplasm

ဆယ်လူလာတုံ့ပြန်မှု

၁ အခမဲ့ lipophilic ဟော်မုန်း
ပလာစမာရှိသော်လည်းပျံ့နှံ့နေသည်
အမြှေးပါး။

၉ ပရိုတင်းအသစ်
ယူဆောင်လာသည်
လိုချင်သောတုံ့ပြန်မှု

အသစ်
ပရိုတိန်း

**Steroid ပါ
ဟော်မုန်း
လက်ခံသူ**

ဝေစု
ချည်နှောင်သော
ဟော်မုန်း

ဝေစု
ချည်နှောင်သော
DNA သို့

၈ ပရိုတင်းအသစ်
မှထုတ်လွှတ်သည်
ribosome နှင့်
ထဲသို့ထည့်သွင်းခဲ့သည်
နောက်ဆုံးခေါက်ပုံစံ

၂ ဟော်မုန်းနှင့်တွဲသည်
intracellular receptor ကို
ငင်းအတွက်အထူး

၇ Ribosomes များ
mRNA ကိုဖတ်ပါ
အသစ်ကိုပေါင်းစပ်သည်
ပရိုတိန်း။

**DNA စည်းနှောင်ခြင်း
ဆိုက်** (active)

၆ mRNA အသစ်
အရွက်တို့ဖြစ်သည်။

၃ ဟော်မုန်းဓာတ်
ရှုပ်ထွေးသောပေါင်းစည်းမှုများနှင့်
DNA ရဲ့ဟော်မုန်း
တုံ့ပြန်မှုဒြပ်စင်။

mRNA

၅ အသက်သွင်းသည်
ဗီဇကူးပြောင်းသည်
mRNA

၄ စည်းနှောင်ခြင်း
ဗီဇကိုသက်ဝင်စေသည်။

DNA

**ဟော်မုန်း
တုံ့ပြန်မှု
ဒြပ်စင်**

ဗီဇ

တို့ဖြစ်သည်

4 ပုံ **၄-၂၇ လုပ်ဆောင်ချက်မှတဆင့် lipophilic ဟော်မုန်းများ၏လုပ်ဆောင်မှုယန္တရား
မျိုးရိုးဗီဇ။**

[အာရုံကြောစနစ်သည်“ ကြိုး” နှင့် endocrine စနစ်လည်းဖြစ်သည် “ ကြိုးမဲ့”]

ခန္ဓာဗေဒ၊ အာရုံကြောနှင့် endocrine စနစ်များ
tems တွေကအတော်လေးကွဲပြားပါတယ်။ အာရုံကြောစနစ်၊
neuron တစ်ခုစီသည်ငင်း၏သီးခြားပေါ်တွင်တိုက်ရိုက်အဆုံးသတ်သည်
ပစ်မှတ်ဆဲလ်; ဆိုလိုသည်မှာအာရုံကြောစနစ်သည်“ ကြိုး” ဖြစ်သည်။
အလွန်စုစည်းပြီးကွဲပြားသောခန္ဓာဗေဒလမ်းကြောင်းသို့
အစိတ်အပိုင်းတစ်ခုမှအချက်ပြထုတ်လွှင့်ရန်နည်းလမ်းများ
ခန္ဓာကိုယ်မှအခြားတစ်ခုသို့ သတင်းအချက်အလက်များကိုတစ်ပါတည်းသယ်ဆောင်လာသည်
လိုချင်သော ဦး တည်ရာသို့ neurons ကွင်းဆက်များ
လုပ်ဆောင်ချက်မှတဆင့်အလားအလာပြန့်ပွားမှုသည်ဒွန်တွဲနေသည်
synaptic ကူးစက်မှုနှင့်အတူ ဆန့်ကျင်ဘက်အနေနှင့်
docrine စနစ်သည်ငင်းတွင်“ ကြိုးမဲ့” စနစ်ဖြစ်သည်
endocrine ဂလင်းများသည်ခန္ဓာဗေဒနှင့်ဆက်စပ်မှုမရှိပါ
သူတို့ရဲ့ပစ်မှတ်ဆဲလ်တွေနဲ့ အဲဒီအစား endocrine
ဓာတုစေတမန်များသည်သွေးထဲသို့လျှို့ဝ င်သည်
ဝေးလံသောပစ်မှတ်နေရာများသို့ပို့ဆောင်သည်။ အမှန်တော့ဟိ
endocrine စနစ်၏အစိတ်အပိုင်းများသည်ငင်းကိုယ်တိုင်ဖြစ်သည်
ခန္ဓာဗေဒဆက်စပ်မှုမရှိ၊ endocrine
ဂလင်းများသည်ခန္ဓာကိုယ်အနှံ့ပြန့်ကျဲနေသည် (ကြည့်ပါ
• ပုံ ၁၈-၁၊ စ။ ၆၆၂) ။ ဤဂလင်းများသည် A ဖြစ်သည်
ဘာကြောင့်လဲဆိုရင် system သဘောအရအလုပ်လုပ်တဲ့စနစ်ကြောင့်ပါ
ငင်းတို့အားလုံးသည်ဟော်မုန်းများနှင့်အပြန်အလှန်အကျိုးပြုမှုများစွာကိုထုတ်ပေးသည်
အမျိုးမျိုးသော endocrine ဂလင်းများအကြားနေရာယူသည်။

[အာရုံကြောဆိုင်ရာထူးခြားချက်သည်ခန္ဓာဗေဒကြောင့်ဖြစ်သည် အနီးကပ်; နှင့် endocrine တိကျမှု၊ receptor အထူးပြုအတွက်]

သူတို့ရဲ့ခန္ဓာဗေဒကွဲလွဲမှုရလဒ်တွေကြောင့်
vous နှင့် endocrine စနစ်များသည်တိကျစွာပြည့်စုံသည်။
ကွဲပြားခြားနားသောနည်းလမ်းများဖြင့်လုပ်ဆောင်သည်။ အသေးစိတ်
အာရုံကြောဆက်သွယ်ရေး၏ ficity ပေါ်တွင်မူတည်သည်
အာရုံကြောများနှင့်နီးကပ်သောခန္ဓာဗေဒဆက်ဆံရေးရှိသည်
သူတို့ရဲ့ ဦး တည်ဆဲလ်တွေမို့ neuron တစ်ခုစီမှာအလွန် nar
ဩဇာအတန်းအတန်း။ neurotransmitter သည်ပြန်လည်
ထို့နောက်အနီးစပ်ဆုံးပစ်မှတ်ဆဲလ်များကိုသာငွားရမ်းသည်
ငင်းသည်မဝင်မီလျှင်မြန်စွာမလှုပ်မယှက်သို့မဟုတ်ဖယ်ရှားပါ
သွေး အာရုံခံဆဲလ်တခုခုအတွက် ဦး တည်သောဆဲလ်များ
neurotransmitter အတွက် receptors တွေရှိပါတယ်၊ ဒါပေမယ့်လည်းဒီလိုပါပဲ
အခြားနေရာများတွင်အခြားဆဲလ်များစွာနှင့်ငင်းတို့သည်
ရှိခဲ့လျှင်ဤတူညီသောဖျန်ဖြေသူကိုတုံ့ပြန်နိုင်သည်
သူတို့ကိုပေးအပ် ဥပမာစနစ်တစ်ခုလုံး
သင်၏အရိုးကြွက်သားများကိုထောက်ပံ့ပေးသော motor neurons များ
တူညီသော neurotransmitter, *acetylcholine* ကိုအသုံးပြုသည်
(ACh) နှင့်သင်၏အရိုးကြွက်သားအားလုံးသည်ပြည့်စုံသည်။
mentary ACh receptors (အခန်း ၈ ကိုကြည့်ပါ) ။ ဒါတောင်မင်းက
မည်သည့်အရာကိုမဆိုလွှမ်းမိုးခြင်းမရှိဘဲသင်၏ခြေချောင်းကိုတွန့်လိမ်နိုင်သည်
ဓာတုထုတ်လွှတ်ခြင်းဖြင့်ငင်းတို့၏ပစ်မှတ်ဆဲလ်များ (ငင်းတို့၏လုပ်ဆောင်မှုနေရာများ)ရဲ့အခြားကြွက်သားတွေကို ACh ကနေသတိရှိရှိထုတ်လွှတ်နိုင်တယ်
messengers (အာရုံခံဆဲလ်များကိစ္စတွင် neurotransmitters များ၊ မော်တာအာရုံခံများသည်ထိန်းချုပ်ထားသောကြွက်သားများသို့အထူးကြိုးတပ်ထားသည်
mones သည် endocrine ဆဲလ်များ၏အမှု၌) တိကျသောအရာနှင့်ချည်နှောင်သည် သင်၏ခြေချောင်း ACh ကိုသွေးထဲသို့ ခွဲခြား၍ မလွှတ်လျှင်
ပစ်မှတ်ဆဲလ်များ၏ receptors ။ ဤစည်းနှောင်မှုသည်ဆယ်လူလာကိုဖြစ်ပေါ်စေသည်ဟော်မုန်းများနည်းတူအရိုးကြွက်သားအားလုံးတစ်ပြိုင်နက်တည်းဖြစ်လိမ့်မည်
စည်းမျဉ်းစည်းကမ်းစနစ်အရတုံ့ပြန်သည်။ သူတို့အားလုံးမှာတူညီတဲ့လက်ခံသူတွေရှိနေတာကြောင့်စာချုပ်ချုပ်ခြင်းအားဖြင့်တုံ့ပြန်တယ်
ကဲပါတို့ကြားကခန္ဓာဗေဒခြားနားချက်တွေကိုဆန်းစစ်ကြည့်ရအောင် ACh အတွက် ငင်းသည်တိကျသောကြောင့်ငင်းသည်ဖြစ်မလာပါ
ဒီစနစ်နှစ်ခုနဲ့သူတို့အတူပါ ဝ င်တဲ့ကွဲပြားတဲ့နည်းလမ်းတွေက တိုက်ရိုက်ဆက်သွယ်ရေးလမ်းကြောင်းများကိုပံ့ပိုးပေးသောဝါယာကြိုးပုံစံများမှာ-
လုပ်ဆောင်ချက်၏အသေးစိတ်အချက် tween မော်တာအာရုံခံများနှင့်ငင်းတို့၏ပစ်မှတ်ဆဲလ်များ

စာမျက်နှာ ၂၆

စားပွဲ ၄-၅ **အာရုံကြောစနစ်နှင့် Endocrine စနစ်တို့၏နှိုင်းယှဉ်ချက်**

ပိုင်ဆိုင်မှု	အာရုံကြောစနစ်	Endocrine စနစ်
ခန္ဓာဗေဒစီစဉ်ခြင်း	“ ဝါယာကြိုး” စနစ်၊ သီးခြားဖွဲ့စည်းတည်ဆောက်ပုံ အာရုံခံဆဲလ်များနှင့်ငင်းတို့၏ ဦး တည်ဆဲလ်များအကြား စနစ်၏ဖွဲ့စည်းတည်ဆောက်ပုံအဆက်မပြတ်နှင့်အတူ	“ ကြိုးမဲ့” စနစ် - endocrine ဂလင်းများကျယ်ပြန့်သည် လူစုကွဲခြင်းသည်တစ်ခုနှင့်တစ်ခုဖွဲ့စည်းပုံနှင့်မသက်ဆိုင်ပါ အခြားသို့မဟုတ်ငင်းတို့၏ပစ်မှတ်ဆဲလ်များသို့
ဓာတုအမျိုးအစား Messenger	Neurotransmitters များကို synaptic cleft ထဲသို့ထုတ်လွှတ်သည်	အသွေးတော်သို့ဖြန့်ချိဟော်မုန်း

လှုပ်ရှားမှု၏အကွာအဝေး / **Messenger**	အလွန်တိုတောင်းသောအကွာအဝေး (synaptic တစ်လျှောက်ပျံ့နှံ့နေသည်	ခရီးရှည် (သွေးဖြင့်သယ်ဆောင်)
လုပ်ဆောင်ချက်၏ထူးခြားချက် Target Cell တွင်	ရင်းနှီးသောခန္ဓာဗေဒဆက်ဆံရေးအပေါ်မူတည်သည် အာရုံခံဆဲလ်များနှင့်၎င်းတို့၏ ဦး တည်ဆဲလ်များအကြား	ပစ်မှတ်ဆဲလ်စည်းနှောင်၏တိကျမှုပေါ်မူတည်သည် ဟော်မုန်းတစ်ခုအတွက်တုံ့ပြန်မှုနှင့်တုံ့ပြန်မှု
တုံ့ပြန်မှုမြန်နှုန်း	ယေဘူယျအားဖြင့်မြန်သည် (မီလီစက္ကန့်)	ယေဘူယျအားဖြင့်နှေးကွေးသည် (မိနစ်မှနာရီ)
လုပ်ဆောင်ချက်ကြာချိန်	အကျဉ်းချုပ် (မီလီစက္ကန့်)	ရှည်လျားသည် (မိနစ်မှရက်များအထိကြာသည်)
အဓိကလုပ်ဆောင်ချက်များ	လျင်မြန်တိကျသောတုံ့ပြန်မှုများကိုညှိနှိုင်းပေးသည်	အချိန်ကြာမြင့်ရန်လိုအပ်သောလှုပ်ရှားမှုများကိုထိန်းချုပ်သည် မြန်နှုန်းထက်

ဤထူးခြားမှုသည်ထူးခြားမှု၏ပုံစံနှင့်သိသိသာသာကွာခြားသည်
ဆက်သွယ်ရေးကို endocrine system တွင်တည်ဆောက်ထားသည်။ ဘာကြောင့်လဲဆိုတော့
mones များသည်သွေးထဲတွင်သွားလာ။ တစ်သျှူးအားလုံးနီးပါးသို့ရောက်သည်။ ဒါပေမယ့်
တိကျတဲ့ပစ်မှတ်ဆဲလ်တွေသာဟော်မုန်းတစ်ခုစီကိုတုံ့ပြန်နိုင်ပါတယ်။ အတိအကျ-
ဟော်မုန်းလုပ်ဆောင်မှုသည်ပစ်မှတ်ဆဲလ်၏အထူးပြုမှုပေါ်တွင်မူတည်သည်
receptors များ။ ဟော်မုန်းတစ်ခုသည်၎င်း၏အကျိုးသက်ရောက်မှုကိုမြင့်တင်ရန်အတွက်
သာသို့မဟုတ်ပေါ်တွင်တည်ရှိပြီးဖြစ်ကြောင်းထိုသို့ receptors တိကျတဲ့နှင့်အတူပထမ
ဟော်မုန်း၏ပစ်မှတ်ဆဲလ်များတွင် ပစ်မှတ်ဆဲလ်လက်ခံသူများသည်အလွန်ကွဲပြား
သူတို့၏ binding function တွင်သင်ကြားပြသသည်။ လက်ခံသူသည်တိကျသောအသီး
ဟော်မုန်းသည်၎င်း၏အသွင်သဏ္ဍာန်၏တစ်စိတ်တစ်ပိုင်းနှင့်တိုက်ဆိုင်နေသည်
"သော့ခတ်-and key ကို" တွင်ယင်း၏စည်းနှောင်ဟော်မုန်း၏ထူးခြားသောအဘိုကို
အိုင်းယွန်း။ ပစ်မှတ်ဆဲလ် receptors များနှင့်ဟော်မုန်းကိုပေါင်းစပ်ခြင်းသည် a ကို
ဟော်မုန်း၏နောက်ဆုံးအကျိုးသက်ရောက်မှုတွင်အမြင့်ဆုံးတုံ့ပြန်မှု ဟော်-
mone သည်အခြားဆဲလ်များကိုမလွှမ်းမိုးနိုင်ပါ
မှန်ကန်သော binding receptors မရှိခြင်း။ ထိုနည်းတူစွာပေးအပ်သောပစ်မှတ်ဆဲလ်
တစ်ခု (သို့) အနည်းငယ်ကိုသာမှတ်မိရန် "ညှိ" ထားသော receptors များ
သူ့ပတ်ဝန်းကျင်မှာပျံ့နှံ့နေတဲ့ဟော်မုန်းတွေအများကြီးရှိပါတယ်။ အခြားအချက်ပြ
ဆဲလ်သည်၎င်းတို့အတွက်လက်ခံသူမရှိသောကြောင့်အကျိုးသက်ရောက်မှုမရှိဘဲ။

mitter ကိုပစ်မှတ် site မှလျင်မြန်စွာဖယ်ရှားသည်။ ဒါကခွင့်ပြုပါတယ်
ထိုပြန်မှုကို အဆုံးသတ်သည်၊ ချက်ချင်းနီးပါးထပ်ခါတလဲလဲလုပ်သည်
တုံ့ပြန်မှု (သို့) အခြားတုံ့ပြန်မှုတစ်ခုကိုအလျင်အမြန်စတင်ခြင်း၊
ရပ်တည်ချက်လိုအပ်ချက် (ဥပမာ၊ အမိန့်များလျင်မြန်စွာပြောင်းလဲခြင်း
လမ်းလျှောက်ညှိနှိုင်းရန်လိုအပ်သောကြွက်သားအုပ်စုများ) ။ ဤပုံစံ
အာရုံကြောဆက်သွယ်ရေးကိုအလွန်လျင်မြန်စေပြီးကြိုတင်
၏အဓိကတစ်သျှူးများသည်ကြွက်သားများဖြစ်သည်
ဆိုကိုယ်နှင့်ဂလင်းများ၊ အထူးသဖြင့် exocrine ဂလင်းများ
endocrine စနစ်သည်ထိန်းချုပ်ရန်အထူးပြုသည်
စည်းမျဉ်းစည်းကမ်းကဲ့သို့အမြန်နှုန်းထက်ကြာချိန်လိုအပ်သောလုပ်ဆောင်ချက်များ
ဂနစ်ဇီဝဖြစ်ပျက်မှုနှင့်ရေနှင့်လျှပ်စစ်ဓာတ်မျှခြေကိုထိန်းညှိပေးခြင်း၊ လိုလားသူ
စခြင်း၊ ဆင့်ကဲတိုးတက်မှုနှင့်ဖွံ့ဖြိုးတိုးတက်မှု ထိန်းချုပ်မှုနှင့်
မျိုးပွားခြင်း endocrine စနစ်သည်တုံ့ပြန်မှုကိုပိုမိုနှေးကွေးစေသည်
၎င်းသည်အာရုံကြောစနစ်ထက်များစွာလှုံ့ဆော်ပေးသည်
ချက်။ ပထမ ဦး စွာ endocrine system သည်သွေးစီးဆင်းမှုပေါ်မူတည်သည်
ရှည်လျားသောအကွာအဝေးကျော်က၎င်း၏ဟော်မုန်းတမန်တို့ကိုသိရှိစေရန်။ ဒုတိယအချက်မှာ
မုန်းအားဖြင့်ပိုမိုရှုပ်ထွေးသောလုပ်ဆောင်မှုယန္တရားရှိသည်
သူတို့၏ ဦး တည်ဆဲလ်များသည် neurotransmitters များထက်ပိုများသည်၊ ထို့ကြောင့်၎င်းတို့လိုအပ်သည်
တုံ့ပြန်မှုမဖြစ်ပေါ် မီအချိန်ပိုအချို့သောအဆုံးစွန်သောအကျိုးသက်ရောက်မှု
၎င်းတို့သည်ပေါင်းပြီးနာရီအနည်းငယ်ကြာသည်အထိဟော်မုန်းကိုမစစ်ဆေးနိုင်ပါ
ပစ်မှတ်ဆဲလ် receptors နှင့်အတူ ဒါ့အပြင် receptors တွေရဲ့မြင့်မားတဲ့အာနိသင်ကြောင့်
သူတို့ရဲ့သက်ဆိုင်ရာဟော်မုန်းအတွက်ဘဏ္ဍityာရေးကဟော်မုန်းတွေကိုမကြာခဏချည်နှောင်ထားဆဲပါ
၎င်းသည်သူတို့၏ဇီဝသက်ရောက်မှုကိုအချိန်ကြာမြင့်စေသည်။

[အာရုံကြောနှင့် endocrine စနစ်များ သူတို့မှာလုပ်ပိုင်ခွင့်အာဏာတွေရှိကြတယ် ဒါပေမယ့်အလုပ်သဘောအရအပြန်အလှန်ဆက်သွယ်တယ်။]()

အာရုံကြောနှင့် endocrine စနစ်များကိုထိန်းချုပ်ရန်အထူးပြုသည်။
ကွဲပြားခြားနားသောလှုပ်ရှားမှုများ ling ။ ယေဘုယျအားဖြင့်အာရုံကြောစနစ်
လျင်မြန်တိကျသောတုန့်ပြန်မှုများပေါင်းစပ်ညှိနှိုင်းပေးသည်။ ၎င်းသည်အထူး
ခန္ဓာကိုယ်နှင့်ပြင်ပမှအပြန်အလှန်ဆက်သွယ်မှုများတွင်အရေးကြီးသည်
ပတ်ဝန်းကျင်။ အာရုံကြောအချက်ပြတွေရဲ့လုပ်ဆောင်မှုအလားအလာပုံစံတွေဖြစ်ပါတယ်
ဦး နှောက်အာရုံကြောအမျှင်များတစ်လျှောက်လျင်မြန်စွာပျံ့နှံ့သွားပြီး၊
ကွဲပြားစေရမည့် neurotransmitter ၏ axon terminal တွင်ငှားရမ်းပါ။
ပြန်လည်မစခင်၎င်း၏ပစ်မှတ်ဆဲလ်သို့အဏုကြည့်မှန်ပြောင်းအကွာအဝေးကိုသာဖြတ်
sponse ထိခိုက်နေပါတယ်။ တစ်ဦးကအာရုံကြောကမကထပြုခဲ့တုံ့ပြန်မှုသာဖြစ်ပြီးတောင်တသည်၊
လျင်မြန်သော်လည်းတိုတို ဦး နှောက်အာရုံကြောလွဲပြောင်းမှုကြောင့်လှုပ်ရှားမှုချက်

တင်းမာမှု ထို့ပြင်အာရုံကြောကိုလှုံ့ဆော်ပေးသောအကျဉ်းချုပ်နှင့်မတူပါ။
neurotransmitter ဖြစ်ပြီးနောက်ချက်ချင်းနီးပါးရပ်သွားသည်
ဖယ်ထုတ်လိုက်သော endocrine အကျိုးသက်ရောက်မှုများသည်ပုံမှန်အားဖြင့်အချိန်အနည်းငယ်ကြာသည်
ဟော်မုန်းဆုတ်ခွာ။ ရုတ်တရက်ပေါက်ကွဲမှုတစ်ခုတည်းအတွက်အာရုံကြောတုံ့ပြန်မှု
transmitter, စက္ကန့်ဖို့များသောအားဖြင့်နောက်ဆုံးသာမီလီစက္ကန့်လွှတ်ပေးရန်
ပစ်မှတ်ဆဲလ်များအတွင်းဟော်မုန်းများဖြစ်ပေါ်စေသောအပြောင်းအလဲများမှာ
တိုးတက်မှုမှအရှိန်မြှင့်သက်ရောက်မှုများတွင်မိနစ်မှရက်ပိုင်းသို့
သက်တာတောင် ထို့ကြောင့်ဟော်မုန်းလုပ်ဆောင်မှုသည်အတော်လေးနှေးကွေးသည်။
endocrine ထိန်းချုပ်မှုကိုအထူးပြုလုပ်ရန်သင့်တော်သည်။
မြဲရန်လိုအပ်သောဇီဝဖြစ်စဉ်ဆိုင်ရာလှုပ်ရှားမှုများကို lating

စာမျက်နှာ ၂၇

endocrine နှင့်အာရုံကြောစနစ်များရှိသော်လည်း၎င်းတို့တွင်ရှိသည်
ကိုယ်ပိုင်ကျွမ်းကျင်မှုနယ်ပယ်များ၊ ၎င်းတို့သည်တရင်းတနှီးဆက်စပ်နေသည်
အလုပ်ဖြစ်အောင်။ အချို့သောအာရုံခံအာရုံကြောများသည် neurotransmitters များ
synapses များအစားသွေးကြောများနှင့်အဆုံးသတ်ပြီး၎င်းတို့ကိုထုတ်လွှတ်သည်
ဓာတုစေတမန်များ (neurohormones) သည်သွေးထဲသို့ရောက်သည်
ဤဓာတုပစ္စည်းများသည်ဟော်မုန်းများအဖြစ်လုပ်ဆောင်သည်။ ပေးထားသောတမန်
အာရုံကြောအဆုံးတစ်ခုနှင့်တစ်ခုလွတ်သောအခါ neurotransmitter ဖြစ်လိမ့်မည်
ဟော်မုန်းတစ်မျိုးသည် endocrine ဆဲလ်မှထုတ်လွှတ်သောအခါ ဥပမာတစ်ခုဖြစ်သည်
norepinephrine (p ။ 243) ကိုကြည့်ပါ။ အာရုံကြောစနစ်ကိုတိုက်ရိုက်ဖြစ်စေ၊
များစွာသောဟော်မုန်းများထုတ်လွှတ်မှုကိုတိုက်ရိုက်ထိန်းချုပ်သည် (အခန်းတွင်ကြည့်ပါ
၁၈) ။ တစ်ချိန်တည်းမှာပင်ဟော်မုန်းများစွာသည် neuromodulators အဖြစ်လုပ်ဆောင်သည်
synaptic ထိရောက်မှုကိုပြောင်းလဲခြင်းနှင့်၎င်းသည်-ဇာလွှမ်းမိုးမှုကိုဖြစ်စေသည်။
အာရုံကြောစနစ်၏ citability ။ သော့ချက်အချို့ရှိနေခြင်း
မှန်ကန်သောဖွံ့ဖြိုးမှုအတွက်ဟော်မုန်းသည်မရှိမဖြစ်လိုအပ်သည်
သန္ဓေသားဘဝကာလအတွင်း ဦး နှောက်၏ရင့်ကျက်မှု ထို့ပြင်များစွာသော
သာဓကအားဖြင့်အာရုံကြောနှင့် endocrine စနစ်များကိုသြဇာလွှမ်းမိုးနှစ်ဦးစလုံး
ဖြည့်စွက်ဖက်ရှင်တွင်တူညီသောပစ်မှတ်ဆဲလ်များ ဥပမာ၊ ဒါတွေ
အဓိကစည်းမျဉ်းစနစ်နှစ်ခုသည်သွေးလည်ပတ်မှုကိုထိန်းညှိရန်ကူညီသည်
နှင့်အစာခြေစနစ်များ။ ထို့ကြောင့်အရေးကြီးသောစည်းမျဉ်းများအကြား
မျက်နှာများသည်အာရုံကြောနှင့် endocrine စနစ်များအကြားတည်ရှိသည်။ ဟိ
ဤဆက်ဆံရေးကိုလေ့လာခြင်းကို **neuroendocrinology ဟုခေါ်သည်။**

လာမယ့်အခန်းသုံးခန်းမှာငါတို့က ner- ကိုအာရုံစိုက်လိမ့်မယ်။
vous system နဲ့ endocrine system ကိုပိုပြီးစစ်ဆေးပါလိမ့်မယ်
နောက်ပိုင်းအခန်းများတွင်အသေးစိတ် စာသားတစ်လျှောက်လုံးငါတို့ဆက်နေမယ်
ဤစည်းမျဉ်းစည်းကမ်းစနစ်နှစ်ခုတွင်နည်းလမ်းများစွာကိုညွှန်ပြသည်။
teract သည်တစ်ခုချင်းစီကိုသော်လည်းကောင်း၊ ခန္ဓာကိုယ်သည်ပေါင်းစပ်ထားသော
စနစ်သည်ကိုယ်ပိုင်အခွင့်အာဏာရှိသည်။

Neurons များသည်လက်ခံရန်၊ ဆောင်ရွက်ရန်၊ ကုဒ်သွင်းရန်နှင့်အထူးပြုလုပ်ရန်အထူးပြုသည်
ခန္ဓာကိုယ်ရဲ့အစိတ်အပိုင်းတစ်ခုကနေသတင်းအချက်အလက်တွေကိုလျင်မြန်စွာကူးစက်တယ်။
အချက်အလက်ကိုအနုစိတ်အာရုံကြောမှတဆင့်ကူးစက်သည်
neu- တစ်လျှောက်တွင်လုပ်ဆောင်နိုင်သည့်အလားအလာများကိုပြန့်ပွားစေသောလမ်းကြောင်းများ
ron ၏အရှည်အပြင်အချက်ပြဓာတုအားဖြင့်လည်းကူးစက်သည်
on သို့ neuron မှ neuron သို့
cles များနှင့်ဂလင်းများသည်အခြား neurotransmitter – receptor မှတဆင့်
လမ်းဆုံများတွင်လေ့ကျင့်ခန်းများ

စုပေါင်းအားဖြင့်အာရုံကြောများသည်အာရုံကြောစနစ်ကိုဖွဲ့စည်းသည်။
ကြောစနစ်ကထိန်းချုပ်ထားတဲ့လုပ်ဆောင်ချက်အများစုဟာ
s ကိုထိန်းသိမ်းရန်ရည်ရွယ်သည်။ ဦး နှောက်အာရုံကြောအချို့
သုံးအချက်ပြအချက်များသည်အပြောင်းအလဲများနှင့်ပတ်သက်သောသတင်းအချက်အလက်များကိုဖော်ပြသည်
homeostasis ကိုထိန်းသိမ်းရန်ခန္ဓာကိုယ်သည်လျင်မြန်စွာတုံ့ပြန်ရမည်။
ဥပမာ၊ သွေးပေါင်ကျခြင်းအကြောင်းသတင်းအချက်အလက်။ အခြား
အာရုံကြောဆိုင်ရာလျှပ်စစ်အချက်ပြမှုများသည်ကြွက်သားများသို့မက်ဆေ့ဂျ်များကိုလျင်မြန်စွာပို့ဆောင်သည်
ဂလင်းများသည်တန်ပြန်ရန်သင့်တော်သောတုံ့ပြန်မှုများကိုလှုံ့ဆော်ပေးသည်
ဤအပြောင်းအလဲများ - ဥပမာ၊ နှလုံးနှင့်သွေးအတွင်းအပြောင်းအလဲများ
သွေးကြောလှုပ်ရှားမှုသည်၎င်းကိုသွေးပေါင်ချိန်ကိုပုံမှန်ပြန်ဖြစ်စေသည်
စတင်ကျဆင်းလာသည်။ ထို့ပြင်အာရုံကြောစနစ်သည်လူများစွာကိုညွှန်ပြသည်
homeostasis ထိန်းသိမ်းခြင်းဆီသို့ ဦး တည်မထားသောလှုပ်ရှားမှုများ၊ များစွာ
ခြင်းတောင်းကစားခြင်းကဲ့သို့ဆန္ဒအလျောက်ထိန်းချုပ်မှုကိုခံရသည်။
ဘောလုံး (သို့) အင်တာနက်တွင်ကြည့်ခြင်း။

endocrine စနစ်သည်ဟော်မုန်းများကိုသွေးထဲသို့လျှို့ဝှက်ပေးသည်။
ဤဓာတုစေတမန်များကိုဝေးလံသောပစ်မှတ်ဆဲလ်များသို့သယ်ဆောင်သည်
သူတို့ရဲ့လုပ်ဆောင်ချက်ကိုပြောင်းလဲခြင်းအားဖြင့်သူတို့ရဲ့အကျိုးသက်ရောက်မှုကိုဖြစ်ပေါ်စေတယ်
enzymatic သို့မဟုတ်ဖွဲ့စည်းတည်ဆောက်ပုံပရိုတိန်းများ ၎င်း၏မှတဆင့်
အတော်လေးနှေးကွေးသောဟော်မုန်းစေတမန်များ၊ endocrine sys-
tem သည်ယေဘူယျအားဖြင့်အချိန်ကြာမြင့်ရန်လိုအပ်သောလုပ်ငန်းများကိုထိန်းညှိသည်
မြန်နှုန်းထက်။ ဤလုပ်ဆောင်ချက်အများစုသည်အဓိကအားဖြင့်
homeostasis ကိုထိန်းချုပ်သည်။ ဥပမာအားဖြင့်ဟော်မုန်းဓာတ်များကိုထိန်းသိမ်းရန်ကူညီသည်
သင့်လျော်သောအာဟာရဓာတ်များကိုအတွင်းပိုင်းပတ်ဝန်းကျင်၌ပြုလုပ်သည်
ဆယ်လူလာစုပ်ယူမှုတွင်ပါဝင်သောဓာတုတုံ့ပြန်မှုများကိုညွှန်ပြသည်။
အသက်၊ လွှတ်ခြင်းနှင့်ဤမော်လီကျူးများကိုအသုံးပြုခြင်း ဒါ့အပြင်အကူအညီနဲ့ hormones

[ရှထောင့်မှအခန်း Homeostasis ကိုအာရုံစိုက်ပါ]()

homeostasis ကိုထိန်းသိမ်းရန်ဆဲလ်များသည်၎င်းတို့နှင့်ဆက်သွယ်ရန်လိုသည်
ဘဝရပ်တည်ရေးလုပ်ငန်းများကိုပြီးမြောက်ရန်အတူတကွလုပ်ဆောင်ပါ။ ယူလာရန်
လိုချင်သောတုံ့ပြန်မှုများနှင့် ပတ်သက်၍ အဓိကစည်းမျဉ်းစနစ်နှစ်ခု
ခန္ဓာကိုယ်၊ အာရုံကြောစနစ်နှင့် endocrine စနစ်တို့ရှိရမည်
သူတို့ထိန်းချုပ်သောပစ်မှတ်ဆဲလ်များနှင့်ဆက်သွယ်သည်။ အာရုံကြော
ထို့ကြောင့်ဟော်မုန်းဆက်သွယ်မှုသည်ထိန်းသိမ်းရန်အလွန်အရေးကြီးသည်။
တည်ငြိမ်သောပြည်တွင်းရေးပတ်ဝန်းကျင်နှင့်ညှိနှိုင်းဆောင်ရွက်ရာတွင်
အိမ်တွင်းလှုပ်ရှားမှုများ

အတွင်းပိုင်း၌သင်လျော်သောရေနှင့် electrolyte ဟန်ချက်ကိုထိန်းသိမ်းပါ
ပတ်စနစ်ကျ၏။ homeostasis နှင့်မသက်ဆိုင်သောဟော်မုန်းများတိုက်ရိုက်ကြီးထွားသည်
နှင့်မျိုးဆက်ပွားစနစ်၏အရှိဆုံးရှုထောင့်ကိုထိန်းချုပ်။

အာရုံကြောနှင့် endocrine စနစ်များကိုအတူတကွစီစဉ်သည်
ခန္ဓာကိုယ်ထိန်းသိမ်းမှုကိုအထောက်အကူပြုသောပြုပြင်ပြောင်းလဲမှုမျိုးစုံကိုပြုလုပ်သည်
စိတ်ဖိစီးမှုကိုတုံ့ပြန်သော homeostasis ဒီလိုပဲဒီစနစ်တွေ
သွေးလည်ပတ်မှုနှင့်အစာချေဖျက်မှုကိုထိန်းချုပ်ရန်ဖျော်ဖြေပွဲတွင်အလုပ်လုပ်သည်
homeostatic လုပ်ဆောင်ချက်များစွာကိုလုပ်ဆောင်ပေးသောစနစ်များ။

လေ့ကျင့်ခန်းများကိုပြန်လည်သုံးသပ်ပါ

ရည်ရွယ်ချက်မေးခွန်းများ (p ။ A-41 တွင်အဖြေများ)

၁။ ချန်နယ်ပရိုတင်းများနှင့်လိုက်လျောညီထွေပြောင်းလဲမှုများကိုယူဆောင်လာသည်
voltage အားဖြင့်အပြောင်းအလဲများနှင့် ပတ်သက်၍ ဖွင့်လှစ်ရန်တာဝန်ရှိသည်
ac ၏မျိုးဆက်အတွင်း Na^+ နှင့် K^+ ဂိတ်များကို ပိတ်ခြင်း
အလားအလာ။ *(မှန်သည်မှားသလား။)*

၂။ Na^+–K^+ pump သည်အမြေးပါးကို rest poot ပြန်ပေးသည်။
ဒါဟာလုပ်ဆောင်ချက်တစ်ခုအလားအလာများအထွတ်အထိပ်ရောက်ရှိပြီးနောက် tential ။
(မှန်သည်မှားသလား။)

၃။ လုပ်ဆောင်ချက်အလားအလာတစ်ခုအရ၊ အပြင်ဘက်တွင် K^+ ပိုရှိသည်
ထို ကာလအတွင်း K^+ ၏ efflux ကြောင့်အတွင်းပိုင်းရှိဆဲလ်များ
ကျဆင်းသွားအဆင့် *(မှန်သည်မှားသလား။)*

၄။ Postsynaptic အာရုံခံအာရုံကြောများသည် presyn- ကိုစိတ်လှုပ်ရှားစေနိုင်သည်။
aptic အာရုံခံဆဲလ်များ *(မှန်သည်မှားသလား။)*

၅။ ဒုတိယ messenger စနစ်များသည်နောက်ဆုံးတွင် de- ကိုဖြစ်ပေါ်စေသည်။
ပုံသဏ္ဍာန်ပြောင်းလဲခြင်းကိုဖြစ်ပေါ်စေသောအားဖြင့်ဆဲလ်တုံ့ပြန်မှု
အထူးသတ်မှတ်ထားသော intracellular protein များ၏လုပ်ဆောင်ချက်။
(မှန်သည်မှားသလား။)

6. steroidogenic organ တစ်ခုစီတွင်လိုအပ်သောအင်ဇိုင်းအားလုံးရှိသည်
မည်သည့် steroid ဟော်မုန်းမဆိုထုတ်လုပ်သည်။ *(မှန်သည်မှားသလား။)*

၇
activation မူလ site ကို _____ မှသေချာသည်။

စာမျက်နှာ ၂၈

၈။ _____ သည်အများစုအတွက်လုပ်ဆောင်နိုင်မည့်အလားအလာရှိသောနေရာဖြစ်သည်
၎င်းတွင်အနိမ့်ဆုံးတံခါးရှိနေသောကြောင့် neurons များ

၉။ အာရုံခံတစ်ခုတွင်လျှပ်စစ်လုပ်ဆောင်မှုကိုလွှမ်းမိုးစေသောလမ်းဆုံ
အခြား ဦး နှောက်အာရုံကြောတစ်ခုတွင်လျှပ်စစ်လုပ်ဆောင်မှုကိုဆိုလိုသည်
neurotransmitter တစ်ခုအား _____ ဟုခေါ်သည်။

၁၀။ အချိန်နှင့်တပြေးညီနီးကပ်စွာဖြစ်ပေါ်နေသော EPSPs များကိုအကျဉ်းချုပ်ခြင်း
presynaptic ထည့်သွင်းမှုတစ်ခုတည်းကိုထပ်တလဲလဲပစ်ခတ်ခြင်းကြောင့်ဖြစ်သည်
_____ ဟုခေါ်သည်။

၁၁။ EPSPs ပေါင်းများစွာကိုတစ်ပြိုင်နက်တည်းဖြစ်ပေါ်စေသည်
ကွဲပြားခြားနားသော presynaptic သွင်းအားစုများကို _____ ဟုခေါ်သည်။

၁၂။ များစွာမှ synapses ဖြစ်သော neuronal ဆက်ဆံရေး
presynaptic သွင်းအားစုများသည် postsynaptic ဆဲလ်တစ်ခုတည်းပေါ်တွင်လုပ်ဆောင်သည်
_____ ဟုခေါ်သည်၊ ၎င်းသည်တစ်ခုတည်းသောဆက်ဆံရေးဖြစ်သည်
presynaptic neuron သည်၎င်းနှင့်လွှမ်းမိုးမှုများပေါင်းစပ်ထားသည်
postsynaptic ဆဲလ်များစွာ၏လုပ်ဆောင်မှုကို _____ ဟုခေါ်သည်။

၁၃။ ဘုံအမြေးပါးကိုချည်နှောင်ထားသောကြားခံတစ်ခု
သွေးရည်ကြည်အတွင်းရှိ receptor နှင့်အကျိုးသက်ရောက်မှုပရိုတိန်း
brane သည် _____ ဖြစ်သည်။

၁၄။ ac- ပုံစံနှင့် ပတ်သက်၍ receptors သုံးမျိုး
အမည်များမှာ _____၊ ______ နှင့် _____ တို့ဖြစ်သည်။

၁၅။ ညာဘက်ရှိအဖြေကုဒ်ကို သုံး၍ ဘယ်အချက်ကိုညွှန်ပြပါ။
tential ကိုဖော်ပြနေသည်။

၁။ အလုံးစုံသို့မဟုတ်ပြုမှုသည် ဖက်ရှင်	(က) အလားအလာအဆင့်သတ်မှတ်ချက်
၂။ အလားအလာပြင်းအား အပြောင်းအလဲသည်ပြင်းအားနှင့်ကွဲပြားသည် အစပျိုးခြင်း၏ဖြစ်ရပ်	(ခ) လုပ်ဆောင်ချက်အလားအလာ
၃။ မူလနေရာမှဖြည်းဖြည်းချင်းလျော့ပါ	
၄။ အမြေးပါးတစ်လျှောက်ပျံ့နှံ့မှုလျော့နည်းစေသည်	
၅။ ခရီးဝေးအချက်ပြလည်းဖြစ်သည်	
၆။ တာဝေးအချက်ပြလည်းဖြစ်သည်	

၁၆။ ညာဘက်ရှိအဖြေကုဒ်ကို သုံး၍ ဘယ်အကွာရာကိုညွှန်ပြပါ။
သရုပ်ဆောင်မှုသည် peptide နှင့် steroid ဟော်မုန်းများနှင့်သက်ဆိုင်သည်။

1. hydrophilic ဖြစ်ကြသည်	(က) peptide ဟော်မုန်း
2. lipophilic ဖြစ်ကြသည်	
၃။ ER အားဖြင့်ပေါင်းစပ်ထားသည်	(ခ) စတီးရွိုက်ဟော်မုန်းများ
၄ ၎င်းကိုပေါင်းစပ်ထားသည် ကိုလက်စထရောကိုပြုပြင်ခြင်း	(ဂ) peptide နှင့် steroid ဟော်မုန်းများ
၅။ peptide (d) မှ epinephrine ကိုထည့်ပါ adrenal medulla ဖြစ်သည်	steroid လည်းမဟုတ်
၆။ cortisol ထည့်ပါ adrenal cortex	ဟော်မုန်း
၇။ ပလာစမာပရိုတင်းများနှင့်ပေါင်းစည်းပါ	
၈။ intracellular receptors များနှင့်ချိတ်ဆက်ပါ	
၉။ မျက်နှာပြင်အမြေးပါး receptors နှင့်စည်းပါ	
၁၀။ အသစ်ပေါင်းစပ်မှုကိုမြှင့်တင်ရန်ဗီဇများကိုသက်ဝင်စေပါ ပရိုတိန်း	
၁၁။ လက်ရှိဖြစ်ပျက်မှုကိုပြောင်းလဲရန်ဒုတိယ messenger မှတဆင့်လုပ်ဆောင်ပါ ပရိုတိန်း	
12. endocrine ဂလင်းများနှင့်သွေးထဲသို့လျှို့ဝှက်သည် ဝေးလံသောပစ်မှတ်နေရာများသို့သယ်ဆောင်လာသည်	

စာစီစာကုံးမေးခွန်းများ

၁။ စိတ်လှုပ်ရှားဖွယ်တစ်သျှူးအမျိုးအစားနှစ်ခုကဘာလဲ။

၂။ အောက်ပါဝေါဟာရများကိုသတ်မှတ်ပါ။ *polarization, depolarization hyperpolarization, repolarization,* အနားယူအမြေးပါး
အလားအလာ၊ အလားအလာအလားအလာ၊ လုပ်ဆောင်နိုင်မှု၊ ရှန်းအား

၄။ ဆန့်ကျင်ဘက်ဖြစ်မှုနှင့်ဆားငန်ဓာတ်ကိုနှိုင်းယှဉ်ပါ
conduction ဖြစ်သည်။

၅။ စိတ်လှုပ်ရှားခြင်းနှင့်ဟန့်တားခြင်းတွင်ဖြစ်ပေါ်နေသောအဖြစ်အပျက်များကိုနှိုင်းယှဉ်ပါ။
tory synapses များ။

၆။ အကန့်အသတ်ရှိသောလမ်းကြောင်း ၄ ခုကိုနှိုင်းယှဉ်ပါ
၎င်းတို့ကိုအဖွင့်အပိတ်ဖြစ်စေသောအချက်ဖြစ်သည်။

၇။ classical neurotransmitters နှင့် neu- ကိုခွဲခြားပါ။
ropeptides များ။ neuromodulator ဆိုသည်မှာဘာလဲရှင်းပြပါ။

၈။ ဖြစ်ပေါ်လာသော GPSP ၏ဖြစ်နိုင်သောရလဒ်များကိုဆွေးနွေးပါ
EPSPs နှင့် IPSPs အကြားအပြန်အလှန်အားဖြင့်။

၉။ presynaptic inhibition နှင့် inhibi- ကိုခွဲခြားပါ။
tory postsynaptic အလားအလာ။

၁၀။ ကြားဖြတ်ဆက်သွယ်မှုအမျိုးအစားများကိုစာရင်းပြုစု။ ဖော်ပြပါ။

၁၁။ *signal transduction* ဟူသောဝေါဟာရကိုသတ်မှတ်ပါ ။

၁၂။ ပထမနှင့်ဒုတိယသံတမန်များကိုခွဲခြားပါ။

၁၃။ cAMP ဒုတိယပိုင်း၌အဖြစ်အပျက်များကိုပုံဖော်ပါ။
messenger လမ်းကြောင်း

၁၄။ Ca^{2+} ဒုတိယပိုင်း ရှိအဖြစ်အပျက်များ၏အစီအစဉ်ကိုဖော်ပြပါ။
messenger လမ်းကြောင်း

၁၅။ ဟော်မုန်းလမ်းကြောင်းများ၏သက်ရောက်မှုကိုမည်သို့ရှင်းပြသည်ကိုရှင်းပြပါ
တုံ့ပြန်မှုကိုတိုးစေသည်။

၁၆။ အာရုံကြောနှင့် endocrine စနစ်များကိုနှိုင်းယှဉ်ပါ။

Quantitative လေ့ကျင့်ခန်းများ (p ။ A-41 တွင်ဖြေရှင်းနည်းများ)

(နောက်ဆက်တွဲ D တွင်“ Quantitative Reasoning ၏အခြေခံမူများ” ကိုကြည့်ပါ။)

၁။ အောက်ပါတွက်ချက်မှုများသည်လုပ်ဆောင်ချက်အချို့ကိုထိုးထွင်းသိမြင်စေသည်
အလားအလာ conduction ။ p အပေါ်ပေးသောအလျင်အသုံးပြုခြင်း။ 102:
a ဖြစ်နိုင်ချေရှိတဲ့လုပ်ဆောင်ချက်တစ်ခုအတွက်ဘယ်လောက်ကြာမလဲ
မရောစပ်သေးသော neu- ၏ axon တစ်လျှောက် ၀.၆ မီတာခရီး
အစာခြေလမ်းကြောင်း၏ ron?
ခ ဖြစ်နိုင်ချေရှိတဲ့လုပ်ဆောင်ချက်တစ်ခုအတွက်ဘယ်လောက်ကြာမလဲ
ကြီးမားသော axon တစ်လျှောက်တူညီသောအကွာအဝေးကိုခရီးသွားပါ
myelinated neuron တစ် ဦး အရိုးကြွက်သား innervating?
ဂ ၀.၆ မီတာအာရုံကြောတစ်ခုတွင် synapses နှစ်ခုရှိသည်ဆိုပါစို့
လမ်းကြောင်းနှင့် synapse တစ်ခုစီ၏နှောင့်နှေးမှုသည် 1 msec ဖြစ်သည်။ ဘယ်လိုလဲ
၎င်းသည်အလားအလာ/ဓာတုအချက်ပြလုပ်ဆောင်ချက်တစ်ခုကြာလိမ့်မည်
myelinated နှင့်နှစ်ခုလုံးအတွက်ယခု ၀.၆ မီတာခရီးသွားရန်
unmyelinated အာရုံခံ?
ဒါလည်း synapses ငါးခုရှိခဲ့ရင်ဘာဖြစ်မလဲ။

၂။ အမှတ် A သည်အမှတ် B မှ ၁ မီတာရှိသည်ဆိုပါစို့
အောက်ပါအခြေအနေများ
a axon တစ်ခုသည် A မှ B သို့အကွာအဝေးနှင့်၎င်း၏အကွာအဝေးကိုချဲ့သည်
conduction velocity သည် 60 m/sec ဖြစ်သည်။
ခ အာရုံခံဆဲလ်သုံးလုံးသည် A မှ B သို့အကွာအဝေးကိုလုံး ၀ ဖြတ်တောက်သည်
neurons သုံးခုသည် conduction velocity တူညီသည်။
synaptic နှစ်ခုစလုံးတွင် synaptic နှောင့်နှေးခြင်း (ပုံဆွဲပါ။
ture) သည် 1 msec ဖြစ်သည်။ conduction velocities ဘယ်လောက်လဲ
စုစုပေါင်းသည်ဤဒုတိယအခြေအနေ၌ neurons သုံးလုံးဖြစ်သည်
ကိစ္စနှစ်ခုလုံးတွင် conduction အချိန်သည်အတူတူပင်လား။

၃။ Na^+ မှထုတ်လုပ်သော အရာသည်ခန့်မှန်းနိုင်သည်
Na^+–K^+ pump သည်အောက်ပါညီမျှခြင်းဖြင့်ရှိသည်။ ၁

p ၄ TG (Na + ဆ ကျုပ်တယ် + / ဆ Na + ဆ ကျုပ်တယ် +) မှတ်တမ်း ဆ ကျုပ်တယ် + [Na] + o / q ဆ Na + [K] + i

ကာလ နှင့် လုံး ၉ သို့မဟုတ်တစ်ခုမှမရှိသောဥပဒေ
၃။ permeability အပြောင်းအလဲများနှင့် ion flux များကိုဖော်ပြပါ
လုပ်ဆောင်ချက်တစ်ခုအလားအလာအတွင်းဖြစ်ပေါ်သည်။

[1] F. C. Hoppensteadt နှင့် CS Peskin၊ ဆေးပညာသချ်ာနှင့်
Life Sciences (New York: Springer, 1992), ညီမျှခြင်း 7.4.35, p ။ ၁၇၈ ။

စာမျက်နှာ ၂၉

p သည် Na pump current နေရာတွင် *G* သည် membrane con-
S/cm 2 တွင်ဖော်ပြထားသောအိုင်းယွန်းမှ ductance
(s Siemens), [*x*] o နှင့် [*x*] i တို့သည် ion *x* ပြင်းအားများဖြစ်သည်
ဆဲလ်၏အပြင်ဘက်နှင့်အတွင်းဘက်အသီးသီး၌ k သည် Boltzmann's ဖြစ်သည်
စဉ်ဆက်မပြတ်, *T* က Kelvin အတွက်အပူချိန်ဖြစ်ပြီး, q အဆိုပါ ele- ဖြစ်ပါသည်

mentary တာဝန်ခံအမြဲမပြတ်။ k *T* /q 25 mV ဆိုပါစို့၊
G Na 3.3 S/cm 2 , G K 240 S/cm 2 , [Na] o ဖြစ်သည်
145 mM နှင့် [K] i 4 mM pump current ကဘာလဲ
Na အတွက် A/cm 2 (A amperes၊ စကားရပ်တစ်ခု
လက်ရှိ)

အမှတ်များ

(စာမျက်နှာ -၄၂ တွင်ရှင်းလင်းချက်များ)

၁။ ဦး နှောက်အာရုံခံတစ်ခုရှိနေလျှင်အောက်ပါတို့တွင်မည်သည့်အရာပေါ်ပေါက်လာမည်နည်း။
အစွန်းနှစ်ဖက်စလုံးကိုတစ်ပြိုင်နက်နှိုးဆွပေးသလား။
a လုပ်ဆောင်ချက်အလားအလာများသည်အလယ်၌ကျော်လွန်သွားလိမ့်မည်
ဆန့်ကျင်ဘက်အစွန်းများသို့ခရီးသွားပါ။
ခ လုပ်ဆောင်နိုင်မှုအလားအလာများအလယ်နှင့်ဆုံလိမ့်မည်
ထို့နောက်၎င်းတို့၏မူလနေရာများသို့ပြန်လည်ဖြန့်ဝေလိမ့်မည်။
ဂ လုပ်ဆောင်ချက်အလားအလာများသည်၎င်းတို့တွေ့ဆုံခဲ့သည့်အတိုင်းရပ်တန့်သွားလိမ့်မည်
အလယ်တန်း။
ဒါလည်း ပိုမိုပြင်းထန်သောလုပ်ဆောင်မှုအလားအလာသည်၎င်းကိုလွှမ်းမိုးလိမ့်မည်
လုပ်ဆောင်ချက်အားနည်းခြင်း
င လုပ်ဆောင်ချက်အလားအလာများလာသောအခါ Summation ဖြစ်ပေါ်လိမ့်မည်
အလယ်၌တွေ့ဆုံခဲ့ပြီးပိုမိုကြီးမားသောလုပ်ဆောင်မှုကိုဖြစ်ပေါ်စေသည်။

၂။ အမြှေးပါး၏အလားအလာအပြောင်းအလဲများကိုနှိုင်းယှဉ်ပါ
အာရုံခံလှုံ့ဆော်မှု (*subthreshold stimulus*) ဖြင့် လှုံ့ဆော်ပေးသောအာရုံခံအာရုံခံ
အမြှေးပါးသည်တံခါးခုံသို့ရောက်စေရန်မလုံလောက်ပါ
threshold stimulus (တွန်းအားပေးရန်လုံလောက်သောတွန်းအားတစ်ခုဖြစ်သည်
အမြှေးပါးသို့) နှင့် *suprathreshold* လှုံ့ဆော်မှု
(မှတ်စုယူရန်လိုအပ်သည်ထက်ပိုမိုကြီးမားသောလှုံ့ဆော်မှု
brane မှအဆင့်သို့)

၃။ သင်ပူသောမီးဖိုကိုသင်၏လက်ချောင်းဖြင့်တို့ပါ။ အဲကွန်း
biceps ကြွက်သား၏ဆွဲငင်အားသည်ကွေးခြင်း (bending) ကိုဖြစ်စေသည်
တံတောင်ဆစ်၊ triceps ကြွက်သားများကျုံ့နေစဉ်
တံတောင်ဆစ်၏တိုးချဲ့ခြင်း (ဖြောင့်ခြင်း) ကိုဖြစ်စေသည်။ဘာ-
postsynaptic အလားအလာ (EPSPs နှင့် IPSPs) ၏ tern ၏ tern သည်
ဆဲလ်များ၏ခန္ဓာကိုယ်အတွင်း၌တုံ့ပြန်မှုတစ်ခုအနေနှင့်စတင်ရန်သင်မျှော်လင့်သည်
သင်၏လက်ကိုဆွဲယူရန်ဤကြွက်သားများကိုထိန်းချုပ်သော neurons များ
နာကျင်စေသောလှုံ့ဆော်မှုနှင့်ဝေးသလား။
ယခုသင်၏လက်ညှိုးသည်ရယူရန်ချောင်းနေသည်ဟုယူဆပါ
သွေးနမူနာ တူညီသော ဆုတ်ခွာမှုတုံ့ပြန်မှု ကိုစတင်လိမ့်မည်။
စားခဲ့သည် postsynaptic အလားအလာဘယ်လိုပုံစံမျိုးသင်လိုချင်လဲ
biceps ကိုထိန်းချုပ်သောအာရုံခံဆဲလ်များကိုစိတ်ဆန္ဒအလျောက်ထုတ်လုပ်သည်
လက်နှစ်ဖက်ကိုဆန့်ကျင်နေရန် triceps
နာကျင်စေသောလှုံ့ဆော်မှု?

၄။ presynaptic excitatory neuron A သည် a ပေါ်တွင်အဆုံးသတ်သည်
axon hillock နှင့် presynaptic အနီးရှိ postsynaptic ဆဲလ်
တူညီသော postsynaptic အပေါ် excitatory အာရုံခံဆဲလျ B က Terminator
ဆဲလ်ကိုယ်ခန္ဓာ၏ဘေးဘက်တွင်တည်ရှိသော dendrite ဆဲလ်
axon hillock ကို posite ထားပါ။ သမ္မတကဘာကြောင့်မြန်မြန်ပစ်ခတ်တာလဲရှင်းပြပါ။
aptic neuron A သည် postsynaptic neuron ကိုယူဆောင်လာနိုင်သည်
ဤသည်ကိုစတင်ခြင်း၊ ယာယီပေါင်းစပ်ခြင်းမှတဆင့်၊
presynaptic neuron B ကိုပစ်ခတ်နေသော်လည်းလုပ်ဆောင်နိုင်သည့်အလားအလာရှိသည်
တူညီသောကြိမ်နှုန်းနှင့် EPSP ၏ပြင်းအားတူညီသည်
postsynaptic neuron ကိုအဆင့်သို့မရောက်စေရ။

၅။ မတူညီသော receptors များကိုတားဆီးသောဆေးအမျိုးအစားနှစ်ခုရှိသည်
သွေးတိုးရောဂါကိုကုသရန်အသုံးပြုသောဆေးများထဲမှတစ်ခုဖြစ်သည်။ (၁) *Angio
tensin receptor blockers (ARBs)* သည် angiotensin ၏ binding ကိုတားဆီး ပေးသည်
၎င်းသည် adrenal cortex ဆဲလ်များပေါ်မှ၎င်း၏ receptors များသို့
Crete သည်ဆားကိုထိန်းသိမ်းသောဟော်မုန်းဖြစ်သော aldosterone ဖြစ်သည်။ Aldosterone
ဆားကိုထိန်းသိမ်းရန်ကျောက်ကပ်တွင်လုပ်ဆောင်သည် (အထူးသဖြင့် Na၊
ရရှိလာသောလျှပ်စစ် gradient ကို လိုက်၍) dur-
ဆီးဖွဲ့စည်းခြင်း ဆားသည် ၉၀ ရာခိုင်နှုန်းကျော်ရှိသည်
ECF ၏ osmotic (ရေထိန်း) လှုပ်ရှားမှုအပါအ ဝ င်
ပလာစမာ။ (၂) *B* 1 *-adrenergic receptor blockers* block binding ၏
epinephrine ကို၎င်း၏နှလုံးမှလက်ခံရယူသည်။ Epinephrine၊
adrenal medulla မှထုတ်လွှတ်သောဟော်မုန်းသည်မြင့်တက်စေသည်
နှလုံးကျုံ့၏နှုန်းမှာတန်ခိုးအစွမ်းသတ္တိ။ ဘယ်လိုရှင်းပြလဲ
ဤဆေးများတစ်ခုစီသည်သွေးဖိအားကိုကျဆင်းစေသည်။

၆။ တစ်ခါတစ်ရံတွင်လူနာများကိုနှစ်ပေါင်းများစွာကုသပေးခဲ့သည်။
estrogen ကြောင့်ရင်သားကိုခွဲစိတ်ဖယ်ရှားခြင်း
ရွေးချယ်ထားသော *estrogen receptor* ပါ ဝ င်သော ရင်သားကင်ဆာ
modulators (SERMs) များ ဒီဆေးကဘယ်လိုဖြစ်မလဲခန့်မှန်းကြည့်ပါ
အကျိုးပြုသည်။ ဤဆေးသည်မည်သည့်လမ်းကြောင်းကိုညွှန်ပြသနည်း။
ပြုစုပြီးဘာကြောင့်လဲဆိုတာရှင်းပြပါ။

ဆေးခန်းစဉ်းစားပါ

(စာမျက်နှာ -၄၂ တွင်ရှင်းပြချက်)

သူသည်သွားဆရာဝန်၏ထိုင်ခုံ၌ထိုင်နေစဉ် Becky N. သည်ကြောက်ရွံ့နေ၏
သူမ၏ပထမဆုံးသောငွေပေါင်းစုနေရာချထားခြင်းကို (" ဖြည့်စွက်ခြင်း"
သွားတစ်ချောင်းတွင်သွားများပေါက်ခြင်း) သွားအတွက်မပြင်ဆင်မီ
သွားများပျက်စီးသွားသောအပိုင်းကိုတူးဖော်ခြင်းဖြင့်
သွားဆရာဝန်သည်အာရုံကြောလမ်းကြောင်း၌ထုံဆေးထိုးသည်

ဒေသကိုထောက်ပံ့သည်။ ထို့ကြောင့် Becky သည်သူမကိုများစွာစိတ်သက်သာရာရစေခဲ့သည်၊
တူးဖော်ခြင်းနှင့်ဖြည့်ခြင်းလုပ်စဉ်အတွင်းမည်သည့်နာကျင်မှုကိုမျှမခံစားရပါ။
ထုံဆေးသည်ဗို့အားကန့်သတ်ထားသော Na ချန်နယ်များကိုပိတ်ဆို့သည်။ ရှင်းပြပါ
ဤလုပ်ဆောင်ချက်သည်နာကျင်စေသောခံစားချက်များသို့ကူးစက်ခြင်းကိုမည်သို့ကာကွယ်သနည်း
ဦး နှောက်

စာမျက်နှာ ၃၀

အာရုံကြောစနစ်
(ဗဟိုအာရုံကြောစနစ်)

ခန္ဓာကိုယ်စနစ်များ
homeostasis ကိုထိန်းသိမ်းပါ

Homeostasis ဖြစ်သည်
အာရုံကြောစနစ်သည်ခန္ဓာကိုယ်နှစ်ခုအနက်တစ်ခုကဲ့သို့ဖြစ်သည်
အဓိကစည်းမျဉ်းစနစ်များ၊ ခန္ဓာကိုယ်များစွာကိုထိန်းညှိသည်
တည်ငြိမ်သောပြည်တွင်းရေးကိုထိန်းသိမ်းရန်ရည်ရွယ်သောလုပ်ဆောင်ချက်များ

အရည်ပတ်ဝန်းကျင်။

Homeostasis ဖြစ်သည်
အတွက်မရှိမဖြစ်
ဆဲလ်များ၏ရှင်သန်မှု

ဆဲလ်များ

ဆဲလ်များဖွဲ့စည်းသည်
ခန္ဓာကိုယ်စနစ်များ

အဆိုပါ **ဦးနှောက်အာရုံကြောစနစ်** နှစ်ခုကအဓိကစည်းမျဉ်း sys- တစ်ခုဖြစ်သည် ခန္ဓာကိုယ်အပူချိန် အခြားတစ်ခုမှာ endocrine စနစ်ဖြစ်သည်။ သုံးယောက် အခြေခံလုပ်ဆောင်နိုင်သည့် neurons အမျိုးအစားများ - afferent neurons, efferent အာရုံခံများနှင့် interneurons တို့သည်ရှုပ်ထွေးသောအပြန်အလှန်ဆက်သွယ်မှုကွန်ယက်ဖွဲ့စည်းသည်။ စိတ်လှုပ်ရှားဖွယ်ဆဲလ်များအလုပ်လုပ်သည်။ ner တွေရဲ့ဆဲလ်ကိုးဆယ်ရာခိုင်နှုန်း သင်စနစ်သည်ဆက်သွယ်ထားသောတစ်သျှူးအဖြစ်ဆောင်ရွက်သော glial ဆဲလ်များဖြစ်သည် အာရုံကြောစနစ်နှင့်ဖွဲ့စည်းတည်ဆောက်ပုံနှစ်ခုလုံးကိုကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့်အပြန်အလှန် အာရုံခံများနှင့်မဟာမိတ်ဖွဲ့ပြီးအလုပ်လုပ်သည်။အဆိုပါ **ဗဟိုအာရုံကြော sys-** ဦး နှောက်နှင့်ကျောရိုးတို့ပါ ဝ င်သော **tem (CNS) သည်**

ပြင်ပနှင့်အတွင်းပိုင်းပတ်ဝန်းကျင်အကြောင်းထည့်သွင်းဖော်ပြခြင်းမရှိပေ afferent neurons များ CNS သည်၎င်းထည့်သွင်းမှုနှင့်လုပ်ငန်းစဉ်များ၊ ထို့နောက် efferent neurons တွင်သင့်တော်သောလမ်းညွှန်ချက်များကိုစတင်သည်။ ညွှန်ကြားချက်များကိုသယ်ဆောင်ရန်ဂလင်းများသို့မဟုတ်ကြွက်သားများသို့သယ်ဆောင်သည် လိုချင်သောတုန့်ပြန်မှုနှင့်ပတ်သက်သောလှုံ့ဆော်ချက်တစ်မျိုးမျိုး (သို့) လှုပ်ရှားခြင်း ment ။ ဤအာရုံကြောထိန်းချုပ်ထားသောလုပ်ဆောင်ချက်များစွာကိုညွှန်ကြားထားသည် homeostasis ကိုထိန်းသိမ်းရန် ယေဘူယျအားဖြင့်အာရုံကြောစနစ်များ tem သည်၎င်း၏လျှပ်စစ်အချက်ပြမှု (လုပ်ဆောင်နိုင်မှုအလားအလာများ) ကိုဆိုလိုသည် ခန္ဓာကိုယ်ရဲ့လျင်မြန်တဲ့တုံ့ပြန်မှုတွေကိုထိန်းချုပ်ပါ။

စာမျက်နှာ ၃၁

ဗဟို အာရုံကြောစနစ်

အကြောင်းအရာများအားအချက်ပြပါ

အဖွဲ့အစည်းနှင့်အာရုံကြောစနစ်၏ဆဲလ်
ဗဟိုအာရုံကြောစနစ်; အရံအာရုံကြောစနစ်
အာရုံခံဆဲလ်သုံးတန်း
Glial ဆဲလ်များ

ဦး နှောက်ကိုကာကွယ်ခြင်းနှင့်အာဟာရပေးခြင်း
Meninges; cerebrospinal အရည်
သွေး - ဦး နှောက်အတားအဆီး
ဦး နှောက်၏ O_2 နှင့်ဂလူးကို့စ်ပေးပို့ မှုအပေါ် မှီခိုမှု

ဗဟိုအာရုံကြောစနစ်၏ခြုံငုံသုံးသပ်ချက်

ဦးနှောက် Cortex
Cortical ဖွဲ့စည်းပုံ
အာရုံခံစားမှု
မော်တာထိန်းချုပ်မှု
ဘာသာစကားစွမ်းရည်
အသင်းအဖွဲ့များရှိ
ဦး နှောက်အထူးပြု

Basal Nuclei, Thalamus နှင့် Hypothalamus

အခန်း ၉

အဖွဲ့အစည်းနှင့်ဆဲလ်များ အာရုံကြောစနစ်၏

လူသားများပြုမူပုံနှင့်တုံ့ပြန်ပုံသည်ရှုပ်ထွေး၊ စုစည်းမှုပေါ်တွင်မူတည်သည်။ discrete neuronal အပြောင်းအလဲနဲ့။ အခြေခံဘဝအထောက်အပံ့များစွာ အသက်ရှူခြင်းကိုထိန်းချုပ်ခြင်းနှင့်လည်ပတ်ခြင်းကဲ့သို့သော ronal ပုံစံများ lation, တစ် ဦး ချင်းစီ၌တူညီကြသည်။ သို့သော်ရှိကိုရှိရမည် တစ်စုံတစ်ယောက်အကြားအာရုံကြောပေါင်းစည်းမှုတွင်မသိမသာကွဲပြားခြားနားမှုများ ထက်မြက်သောတေးရေးဆရာနှင့်မည်သူတစ် ဦး တစ်ယောက်ကိုမှမသယ်ဆောင်နိုင်သူ သချ်ာ၊ သို့မဟုတ်သချ်ာမှော်ဆရာတစ်ယောက်နှင့်တစ်စုံတစ်ယောက်ကြား ရှည်လျားသောကွဲပြားမှုနှင့်ရုန်းကန်နေရသူ။ ပုံမှန်အားဖြင့်ကွဲပြားမှုအချို့ တစ် ဦး ချင်းစီ၏မျိုးရိုးဗီဇအရလက်ခံနိုင်သောစနစ်များဖြစ်သည်။ ကျန်ရှိနေသော, သို့သော်လည်းသဘာဝပတ်ဝန်းကျင်နှင့်တွေ့ကြုံမှုများကြောင့်ဖြစ်သည်။ မရင့်ကျက်သေးသောအာရုံကြောစနစ်သည်၎င်း၏အလိုအတိုင်းဖွံ့ဖြိုးလာသည် မျိုးရိုးဗီဇအစီအစဉ်၊ အာရုံခံစနစ်နှင့် synapses များအလွန်များပြားသည် ဖွဲ့စည်းခဲ့သည်။ ပြင်ပလှုံ့ဆော်မှုများနှင့်အရာမှအတိုင်းအတာပေါ် မူတည်. ဤလမ်းကြောင်းများကိုအသုံးပြုသည်၊ အချို့ကိုထိန်းသိမ်းထားသည်၊ အခိုင်အမာတည်ဆောက်ထားသည် တိုးတက်လာသော်လည်းအခြားသူများကိုဖယ်ထုတ်ပစ်သည်။

ကိစ္စတစ်ခုမှာ **amblyopia** (ပျင်းရိသောမျက်လုံး) ဖြစ်သည်

Emotion, အပြုအမူများနှင့် Motivation Limbic စနစ်

စိတ်ခံစားချက်

အခြေခံအပြုအမူပုံစံများ

လှုံ့ဆော်မှု

သင်ယူမှုနှင့်မှတ်ဉာဏ်

သင်ယူခြင်း

ရေတိုရေရှည်နှင့်ရေရှည်မှတ်ဉာဏ်၏နှိုင်းယှဉ်

ရေတိုနှင့်ရေရှည်မှတ်ဉာဏ်ဆိုင်ရာယန္တရားများ၊

စုစည်းမှု

မှတ်ဉာဏ်တွင်ပါဝင်သော ဦး နှောက်အစိတ်အပိုင်းများ ကြေငြာချက်

လုပ်ထုံးလုပ်နည်းဆိုင်ရာအမှတ်တရများ; အလုပ်လုပ်မှတ်ဉာဏ်

Cerebellum

ဦး နှောက်စတမ်း

ဦး နှောက်ပင်မအစိတ်အပိုင်းများနှင့်လုပ်ဆောင်ချက်များ

သတိ; အိပ်ပျော်ခြင်းနိုးခြင်းသံသရာ

ကျောရိုး

ကျောရိုး၏ခန္ဓာဗေဒ

ကျောရိုးတုံ့ပြန်မှု

http: // www တွင် CengageNOW သို့ဝင်ရောက်ပါ

ကာတွန်းများ ကိုစူးစမ်းလေ့လာရန်အခွင့်အလမ်းအတွက် .cengage.com/ sso/

သင်လေ့လာ၊ ပြန်လည်သုံးသပ်ခြင်းနှင့်ကျွမ်းကျင်ရန်ကူညီပေးမည့်အပြန်အလှန်တုံ့ပြန်ပဟေဠိများ

ဇီဝကမ္မဗေဒသဘောတရားများ။

မျက်စိနှစ်လုံးအားနည်းလျှင်အမြင်အာရုံအတွက်အသုံးမဝင်ပါ။ ပျင်းတဲ့မျက်လုံး ၎င်းကာလအတွင်းသင့်တော်သောအမြင်အာရုံကိုမရရှိနိုင်ပါ

အရေးပါသောဖွံ့ဖြိုးတိုးတက်မှုကာလသည်လုံး ဝ နီးပါးပြီးမြောက်လိမ့်မည်။

manently ရှုပါရုံကို၏တန်ခိုးရှုံးသည်။ အဆိုပါ function မျက်စိကန်းသောမျက်စိ

သူ့ဟာသူလုံးဝပုံမှန်ပါပဲ။ ချို့ယွင်းချက်သည်ပျောက်ဆုံးသွားသော ဦး နှောက်အာရုံကြောတွင်ရှိသည်

ဦး နှောက်၏အမြင်အာရုံလမ်းကြောင်းများတွင်ဆက်သွယ်မှုများ သို့သော်အားနည်းလျှင်

အားကောင်းသောမျက်လုံးအားဖာထေးခြင်းဖြင့်မျက်လုံးကိုအလုပ်လုပ်ရန်ခိုင်းသည်

ထိခိုက်လွယ်သောဖွံ့ဖြိုးမှုကာလအတွင်းအားနည်းသောမျက်လုံးပါ ဝ င်သည်

အမြင်အာရုံအပြည့်ရှိပါစေ။

အာရုံကြောစနစ်၏ရင့်ကျက်မှု၌များစွာသောအချက်များပါ ဝ င်သည်။
" ၎င်းကိုသုံးပါသို့မဟုတ်ဆုံးရှုံးပါ" ဟူသောရပ်တည်ချက်များ အာရုံကြောစနစ်ကြီးလာတာနဲ့တစ်ပြိုင်နက်
ငါတို့ရဲ့သင်ယူမှုတွေဆီကနေဆက်ပြီးပြုပြင်မွမ်းမံမှုတွေကရှိနေသေးတယ်
အတွေ့အကြုံထူးခြားတဲ့အစုံ။ ဥပမာအားဖြင့်, ၏လုပ်ရပ်ကဒီဖတ်နေ
စာမျက်နှာသည်သင့် ဦး နှောက်၏ ဦး နှောက်အာရုံကြောလုပ်ဆောင်ချက်ကိုတစ်နည်းနည်းဖြင့်ပြောင်းလဲစေသည်
မင်း (အဲဒါကိုမျှော်လင့်တယ်) အချက်အလက်တွေကိုမင်းမှတ်ဉာဏ်ထဲမှာသိမ်းထားလိုက်ပါ။

အာရုံကြောစနစ်ကိုဖွဲ့စည်းသည် ဗဟိုအာရုံကြောစနစ်ထဲသို့ နှင့်အရံအာရုံကြောစနစ်

အာရုံကြောစနစ်ကို **ဗဟိုအာရုံကြော** သို့စုစည်းထားသည်
ဦး နှောက်နှင့်ကျောရိုး **တို့** ပါဝင်သော **စနစ် (CNS)** နှင့်
အဆိုပါ **အရံနှောက်အာရုံကြောစနစ် (PNS),** အာရုံကြောပါဝင်သည်ဟု
CNS နှင့်အခြားအကြားသတင်းအချက်အလက်သယ်ဆောင်ပေးသောအမျှင်များ

စာမျက်နှာ ၃၂

ဗဟိုအာရုံကြောစနစ် (CNS)

ထည့်သွင်းသည်
CNS သို့
ထံမှ
အစွန်

**ဦး နှောက်နှင့်
ကျောရိုး**

အထွက်တိုးသည်
ထံမှ
CNS ပေးလိုက်သည်
အစွန်

**အရံအာရုံကြော
စနစ် (PNS)**

**အကျိုးရှိသော
ကွဲပြားခြင်း**

**အကျိုးရှိသည်
ကွဲပြားခြင်း**

**အာရုံခံ
လှုံ့ဆော်မှု**

**Visceral
လှုံ့ဆော်မှု**

**Somatic
အာရုံကြောစနစ်**

**ကိုယ်ပိုင်အုပ်ချုပ်ခွင့်ရ
အာရုံကြောစနစ်**

**လှုံ့ဆော်သည်
အစာချေဖျက်မှု
ဝေစာ**

**မော်တော်
အာရုံခံ**

**ကိုယ်ချင်းစာတယ်
အာရုံကြောစနစ်**

**Parasympathetic ဖြစ်တယ်
အာရုံကြောစနစ်**

**Enteric အာရုံကြော
စနစ်**

သော့ချက်

ဗဟိုအာရုံကြောစနစ်

အရံအာရုံကြောစနစ်

PNS ၏အကျိုးပြုခွဲဝေမှု

PNS ၏ကွဲပြားသောကွဲပြားခြင်း

Somatic အာရုံကြောစနစ်

ကိုယ်ပိုင်အုပ်ချုပ်ခွင့်ရအာရုံကြောစနစ်

အူလမ်းကြောင်းအာရုံကြောစနစ်*

**အရိုးစု
ကြွက်သားများ**

**ကြွက်သားချောမွေ့
နှလုံးကြွက်သား
Exocrine ဂလင်း
အချို့သော endocrine
ဂလင်း**

**အစာခြေ
ကိုယ်တွင်းအင်္ဂါများသာ**

Effector အင်္ဂါများ
(ကြွက်သားနှင့်ဂလင်းတစ်သျှူးများဖြင့်ဖွဲ့စည်းထားသည်)

• **ပုံ 5-1 အာရုံကြောစနစ်၏အဖွဲ့။** *PNS ၏ခွဲခြားဆက်ဆံခြင်းနှင့်
enteric အာရုံကြောစနစ်ကိုလူသား၏ပုံတွင်မပြပါ။ တွဲဖက်မျှင်များသည်အတူတူအတွင်း၌သွားလာသည်
အာရုံကြောများသည်အမျှင်အမျှင်များဖြစ်သော်လည်းဆန့်ကျင်ဘက် ဦး တည်နေသည်။ အူလမ်းကြောင်းအာရုံကြောစနစ်သည်လုံးလုံးလျားလျားတည်ရှိသည်
အစာခြေလမ်းကြောင်း၏နံရံအတွင်း

ခန္ဓာကိုယ်အစိတ်အပိုင်းများ (အစွန်အဖျား) (• ပုံ ၅-၁) ။ PNS သည်
နောက်ထပ် afferent နှင့် efferent ကွဲပြားခြင်းသို့ခွဲခြား။ ဟိ
afferent ဌာနခွဲ သည်သတင်းအချက်အလက်များကို CNS သို့သယ်ဆောင်သည်
၎င်းသည်ပြင်ပပတ်ဝန်းကျင်နှင့်အခြေအနေအစီရင်ခံစာများကိုပံ့ပိုးပေးသည်
အာရုံကြောစနစ်ကထိန်းညှိပေးနေသောအတွင်းပိုင်းလှုပ်ရှားမှုများအကြောင်း
(*a* သည် ကြော်ငြာ မှ " ရှေ့သို့" ဟုအဓိပ္ပာယ်ရသော ၊ ကွဲပြား သောအဓိပ္ပါယ်များ
"သယ်ဆောင်"; ထို့ကြောင့် *afferent* ဆိုသည်မှာ" ရှေ့သို့သယ်ဆောင်သည်" ဟုဆိုလိုသည်။)
CNS မှအချက်များကို **efferent division** မှတဆင့်ကူးစက်သည်
ကိုယ်တွင်းအင်္ဂါ များကို **အကျိုးသက်ရောက်စေသော** ကြွက်သားများသို့မဟုတ်ဂလင်းများ
အလိုရှိသောအကျိုးသက်ရောက်မှုကိုဖြစ်စေရန်အမိန့် (*e* သည် *ex* မှဖြစ်သည် ။
ထွက်ပေါက် ကဲ့သို့" from" ဟုအဓိပ္ပာယ်ရသည် ။ ထို့ကြောင့် *efferent* သည်" သယ်ဆောင်ခြင်း
မှ ") အဆိုပါ efferent ဦးနှောက်အာရုံကြောစနစ်သို့ကွဲပြား **so-**
အမျှင်ဓာတ်များပါ ဝ င်သော **matic အာရုံကြောစနစ်**
အရိုးကြွက်သားများကိုထောက်ပံ့ပေးသော motor neurons; နှင့် **au-**
အမျှင်များပါ ဝ င်သော **tonomic အာရုံကြောစနစ်၊**

စနစ် နှင့် **parasympathetic အာရုံကြောစနစ်** နှစ်ခုလုံး
အလိုအလျောက်ထောက်ပံ့ပေးသောကိုယ်အင်္ဂါအစိတ်အပိုင်းအများစုကိုအတွင်းစိတ်အားဖြည့်ပေးသည်။
အမည်ခံစနစ်။ CNS နှင့် PNS အပြင်၊ **အူလမ်းကြောင်း
အာရုံကြောစနစ်သည်** နံရံ၏ကျယ်ပြန့်သောအာရုံကြောကွန်ယက်တစ်ခုဖြစ်သည်
အစာခြေလမ်းကြောင်း။ အစာခြေဖျက်မှုလုပ်ငန်းများကိုထိန်းချုပ်ထားသည်
autonomic nervous system နှင့် enteric nervous system ကဲ့သို့ဖြစ်သည်
ပေါင်းစပ်ထားပါတယ်။ အူလမ်းကြောင်းအာရုံကြောစနစ်သည် ဝ င်ရောက်လုပ်ဆောင်နိုင်သည်။
ကျန်အာရုံကြောစနစ်ပေါ် မူတည်၍ သာမက
အူလမ်းကြောင်း၏ ... တောအလိုအလျောက်စည်းမျှင်များဖြင့်လွှမ်းမိုးသည်
အာရုံခံ။ တခါတရံမှာအူလမ်းကြောင်းအာရုံကြောစနစ်ကိုထည့်သွင်းစဉ်းစားတယ်
... အာရုံကြောစနစ်၏တတိယအစိတ်အပိုင်းတစ်ခုဖြစ်သည်
အစာခြေအင်္ဂါများကိုသာထောက်ပံ့သည်။

ဤ "အာရုံကြောစနစ်" များအားလုံးကိုအသိအမှတ်ပြုရန်အရေးကြီးသည်
၎င်းတို့သည်တစ်ခုတည်း၊ ပေါင်းစည်းအာရုံကြောစနစ်၏အမှန်တကယ်ခွဲခြမ်းမှုများဖြစ်သည်။
၎င်းတို့သည် struc- ကွဲပြားမှုများပေါ် မူတည်၍ ထင်သလိုကွဲပြားခြင်းများဖြစ်သည်။

ရှေးဟောင်းမှုတွေ့ sympathetic နှင့် ကြောကို ပွားလျှင်ချင်းလိုင်းများတစ်စိတ်ဆေးပါ။ ဒုတိယမြောက်အရှိန်အဟုန်နှင့်ကွဲပြားခြားနားသောကွဲပြားခြားနားသောအစိတ်အပိုင်းများ၏လုပ်ဆောင်ချက်များ

စာမျက်နှာ ၃၃

အလုပ်လုပ်တဲ့အတန်းသုံးမျိုးရှိတယ် neurons များသည် afferent neurons များ၊ efferent neurons နှင့် interneurons

ဗဟို အာရုံကြောစနစ် (ကျောရိုး)

အရံပစ္စည်း အာရုံကြောစနစ်

Axon စက်များကို

ဆဲလ် ခန္ဓာကိုယ်

Afferent neuron

ဗဟို axon

အရံပစ္စည်း axon (အမျှင်ဓာတ်)

အာရုံခံ လက်ခံသူ

Interneuron

ကွဲပြားခြားနားသော neuron*

Effector ကိုယ်တွင်းကလီစာများ (ကြွက်သားသို့မဟုတ်ဂလင်း)

Axon (အကျိုးပြုအမျှင်ဓာတ်)

ဆဲလ် ခန္ဓာကိုယ်

Axon စက်များကို

• ပုံ 5-2 ၏သုံးအလုပ်လုပ်တဲ့အတန်း၏ဖွဲ့စည်းပုံနှင့်တည်နေရာ

အာရုံခံ။ *ကွဲပြားခြားနားသောကိုယ်ပိုင်အုပ်ချုပ်ခွင့်ရအာရုံကြောလမ်းကြောင်းနှစ်ခုတွင် neuron ကွင်းဆက်တစ်ခုပါ ၀ င်သည် CNS နှင့် effector organ တို့အကြား

အလုပ်လုပ်နိုင်သောအာရုံခံဆဲလ်သုံးခုကိုဖွဲ့စည်းသည် အာရုံကြောစနစ်: *afferent neurons, efferent neurons* နှင့် *interneurons* ။ လူတန်းစားခွဲခြားမှု ripheral အာရုံကြောစနစ်တွင် **afferent** neu- တိုပါဝင်သည်။ **rons၊** ပုံသဏ္ဌာန်များသည်ကွဲပြားခြားနားသောပုံသဏ္ဌာန်နှင့်ကွဲပြားသည် အာရုံခံများနှင့် interneurons (• ပုံ 5-2) ။ သူ့ရဲ့နေရာမှာ အရံဓာတ်ကြောင်းတွင်ပုံမှန် afferent neuron တစ်ခုရှိသည် လှုပ်ရှားမှုအလားအလာကိုထုတ်ပေးသော **အာရုံခံလက်ခံသူ** လှုံ့ဆော်မှုတစ်မျိုးမျိုးကိုတုံ့ပြန်ရန် (ဒါက stimulus-sensitive afferent neuronal receptor ဖြစ်သည် အထူးပရိုတင်းနှင့်မရောထွေးသင့်ပါ ဓာတုစေတမန်များနှင့်ပေါင်းစည်းသော receptors များဖြစ်ကြသည် ဆဲလ်အားလုံး၏ plasma အမြေးဦတွေ့သည်။) denerent မရှိသော afferent neuron ဆဲလ်ခန္ဓာကိုယ် drites နှင့် presynaptic သွင်းအားစုများသည်ကပ်လျက်တည်ရှိသည် ကျောရိုး။ ရှည်လျားသော အရံပစ္စည်း *axon*၊ အ များအားဖြင့် *afferent fiber* ဟုခေါ်သော receptor မှဖြန့် ကျက် သည် ဆဲလ်ခန္ဓာကိုယ် သို့ ဗဟို တိုတောင်းသော *axon* ဖြတ်သန်းသွားသည် ဆဲလ်ခန္ဓာကိုယ်မှကျောရိုးသို့ လုပ်ဆောင်ချက် အလားအလာများကို receptor ၏အဆုံးတွင်စတင်သည် peripheral axon သည်လှုံ့ဆော်မှုတစ်ခုနှင့်တုန့်ပြန်ခြင်းဖြစ်သည် peripheral axon နှင့် central တစ်လျှောက်တွင်ပေါက်သည် axon သည်ကျောရိုးသို့ ဦး တည်သည်။ စက်များကို central axon ကွဲလွဲခြင်းနှင့်အခြားပေါင်းစပ်မှုများနှင့်ပေါင်းစပ်ခြင်း ထို့ကြောင့်ကျောရိုးမကြီးအတွင်း၌ rons များဖြန့်ဝေသည် လှုံ့ဆော်မှုအကြောင်း Afferent neurons များသည်အဓိကအားဖြင့်အတွင်း၌တည်ရှိသည် အရံအာရုံကြောစနစ် သူတို့အလယ်ပိုင်းကအစိတ်အပိုင်းသေးသေးလေးတွေပဲ axon endings ပရောဂျက်များမှကျောရိုးသို့အချက်ပြမှုများကိုထုတ်လွှင့်ပေးသည် CNS အတွက်အစွန်အဖျား

အကျိုးပြုအာရုံခံဆဲလ် များသည်အရံအာရုံကြောများတွင်အဓိကတည်ရှိသည် သင်စနစ်။ ကွဲပြားသောအာရုံခံဆဲလ်ဆဲလ်များသည် CNS မှဆင်းသက်လာသည်။ ဗဟိုတွင်တည်ရှိသော presynaptic သွင်းအားစုများစွာသည်ပေါင်းဆုံကြသည် သူတို့ကသူတို့ရဲ့လဒ်တွေကို effector ကိုယ်အင်္ဂါတွေကိုညွှန်ကြားလွှမ်းမိုးဖို့။ အကျိုးရှိသော axons (*efferent fibers*) များသည် CNS မှသူတို့၏လမ်းကြောင်းသို့သွားရန်ထွက်ခွာသည် ကြွက်သားများ (သို့) ဂလင်းများသည်သူတို့၏ပေါင်းစည်းခြင်းကိုတင်ပြသည် effector အင်္ဂါများကိုအကျိုးသက်ရောက်မှုဖြစ်စေရန်အထွက်။ (ကိုယ်ပိုင်အုပ်ချုပ်ခွင့်အာရုံကြောလမ်းကြောင်းတွင် CNS အကြားအာရုံကြောနှစ်ခုပါ ၀ င်သည် အကျိုးသက်ရောက်မှုအင်္ဂါ။)

အားလုံးအာရုံခံ 99 အကွောငျး% ရှိပါတယ် **interneurons,** အရာမှသား en- CNS အတွင်း၌ပျင်းရိသည်။ လူသား၏ CNS ရှိသည်ဟုခန့်မှန်းရသည် သန်း ၁၀၀ ကျော် interneurons! သူတို့၏အမည်အဓိပ္ပာယ်အတိုင်း၊ terneurons သည် afferent နှင့် efferent neurons များအကြားတည်ရှိသည် အရံပစ္စည်းတုံ့ပြန်မှုများပေါင်းစပ်ရန်အရေးကြီး ဖွဲ့စည်းခြင်း (*inter* ဆိုသည်မှာ" ကြား" ဟုဆိုလိုသည်။) ဥပမာအားဖြင့်လက်ခံခြင်း သင်ထိတွေ့နေသော afferent neurons များမှတဆင့်သတင်းအချက်အလက် ပူသောအရာဝတ္ထု၊ သင့်တော်သော interneurons များသည် efferent neurons ကိုအချက်ပြသည် သင်၏လက်နှင့်လက်မောင်းကြွက်သားများသို့ပို့သော" ဆွဲထုတ်ပါ ပူသောအရာမှလက်ကိုဖယ်ပါ။ " ပြန်လည်ရှုပ်ထွေးလေလေ တောင်းဆိုထားသောလုပ်ဆောင်ချက်သည် interneurons အရေအတွက်ထက်ပိုများသည် လေးစားလိုက်နာသောသတင်းစကားနှင့်အကျိုးရှိသောတုန့်ပြန်မှုတို့အကြား ၌ ထိုအပြင် interneurons များအကြားအပြန်အလှန်ဆက်သွယ်မှုများ ၎င်းနှင့်ဆက်စပ်နေသောစိတ္တဇဖြစ်စဉ်များအတွက်တာဝန်ရှိသည် အတွေးများ၊ စိတ်ခံစားမှုများ၊ မှတ်ဉာဏ်၊ ဖန်တီးနိုင်စွမ်း၊ ဉာဏ်ရည်များကဲ့သို့" စိတ် ဖယား ၅-၁) ။

ဟောပြောချက်နှင့်လှုံ့ဆော်မှု။ ဤလုပ်ဆောင်ချက်များသည်နားလည်မှုအနည်းဆုံးဖြစ်သည် အာရုံကြောစနစ်၏လုပ်ဆောင်ချက်များ။

Glial ဆဲလ်များသည် interneurons များကိုရုပ်ပိုင်းဆိုင်ရာအထောက်အပံ့ပေးသည်။ metabolically နှင့်အလုပ်လုပ်သည်။

CNS အတွင်းရှိဆဲလ်များ၏ ၉၀ ရာခိုင်နှုန်းခန့်သည်အာရုံခံများမဟုတ်ဘဲ **glial ဖြစ်သည် ဆဲလ်များ** သို့မဟုတ် **neuroglia** အရေအတွက်များစွာရှိသော်လည်း glial ဆဲလ်များသည် ဦး နှောက်၏ထုထည်ထက်ဝက်ခန့်သာရှိသောကြောင့်ဖြစ်သည် အာရုံခံများကဲ့သို့အကျယ်မပြန့်ပါ။ အာရုံခံများနှင့်မတူဘဲ glial ဆဲလ်များသည် အစပြု၍ မလုပ်ဆောင်ပါ အာရုံကြောပေးတာ။ ဒါပေမယ့်သူတို့က neu နဲ့ဆက်သွယ်တယ်။ rons နှင့်ဓာတုအချက်ပြနည်းလမ်းများဖြင့်သူတို့အချင်းချင်း ၎င်းတွင် glial ဆဲလ်များကိုရှာဖွေတွေ့ရှိချိန် မှစ၍ အချိန်များစွာကြာသည် ၁၉ ရာစုတွင်သိပ္ပံပညာရှင်များကဤဆဲလ်များသည် passive" mor- tar" သည်ရုပ်ပိုင်းဆိုင်ရာအရေးပါသောလုပ်ငန်းဆောင်တာကိုပံ့ပိုးပေးခဲ့သည် အာရုံခံ။ သို့သော်လည်းပြီးခဲ့သည့်ဆယ်စုနှစ်အတွင်းတွင်ကွဲပြားခြားနားမှုနှင့်အရေးပါမှု ဤရွေ့လျားဆဲလ်များ၏ tant အခန်းကဏ္ဍများသည်သိသာထင်ရှားလာသည်။ Glial ဆဲလ်များသည် CNS ၏ connective tissue အဖြစ်ဆောင်ရွက်သည်။ အာရုံကြောများကိုရုပ်ပိုင်းဆိုင်ရာရော၊ ဇီ ဝ ဖြစ်စဉ်မှာရောကူညီပံ့ပိုးပေးပါတယ်။ သူတို့က spez ၏ဖွဲ့စည်းမှုကို homeostatically ထိန်းသိမ်းထားသည်။ အာရုံခံရာ ဝန်းရံထားသော cialized extracellular ပတ်ဝန်းကျင် ပုံမှန်အာရုံကြောလုပ်ဆောင်ချက်အတွက်အကောင်းဆုံးသောကျဉ်းမြောင်းသောကန့်သတ်ချက်များအတွင်း သတ်မှတ်ချက် ထို့ပြင်သူတို့သည် synaptic function ကိုတက်တက်ကြွကြွ modulate လုပ်ကြသည် သင်ယူရန်အာရုံခံဆဲလ်များကဲ့သို့အရေးကြီးသည်ဟုယူဆသည်။ ing နှင့်မှတ်ဉာဏ်။ glial ဆဲလ်အမျိုးအစားလေးမျိုးရှိသည် CNS တွင် *astrocytes, oligodendrocytes, microglia* နှင့် *ep- cells- endymal* တစ်ဦးချင်းစီရှိခြင်းသတ်သတ်မှတ်မှတ်အခန်းကဏ္ဍ (• ပုံ 5-3 နဲ့