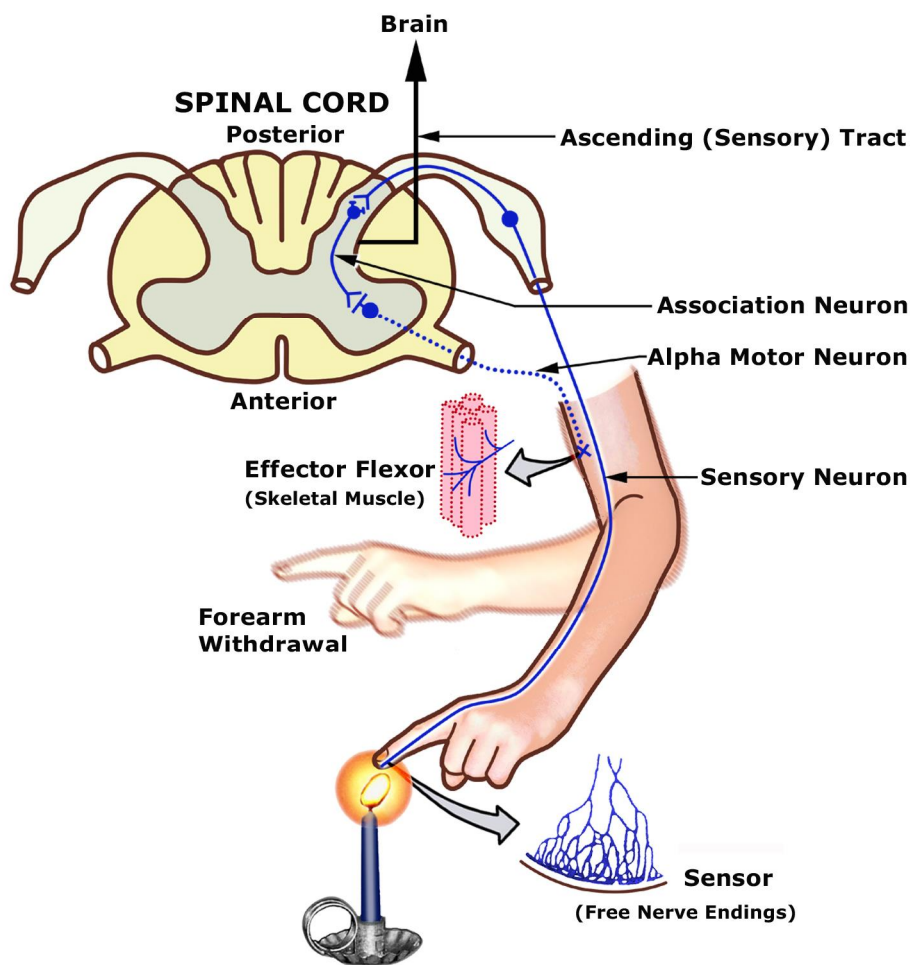


I. Úvod

Prvky nervového a svalového systému jsou anatomicky a fyziologicky uspořádány tak, aby zajišťovaly správnou reakci na změnu relativně stabilního vnitřního prostředí těla nebo na změnu jeho vnějšího prostředí. Změna, která vyvolává odezvu, se nazývá *podnět*. Reakcí těla na podnět může být reakce *anmimovolní reflexní reakce*, nebo může mít formu *adobrovolná reakce*

Reflex je nedobrovolná nebo automatická, naprogramovaná reakce na smyslový podnět. Reflexy umožňují tělu automaticky a nedobrovolně reagovat na různé vnitřní a vnější podněty tak, aby byla zachována homeostáza. Například dotek horkého předmětu vyvolá automatické odtažení ruky, po kterém následuje pocit bolesti (obr. 11.1.). Reflexní stažení nevyžaduje žádnou předvídavost ani vůli, a dokonce nastává dříve, než je mozek o události informován.

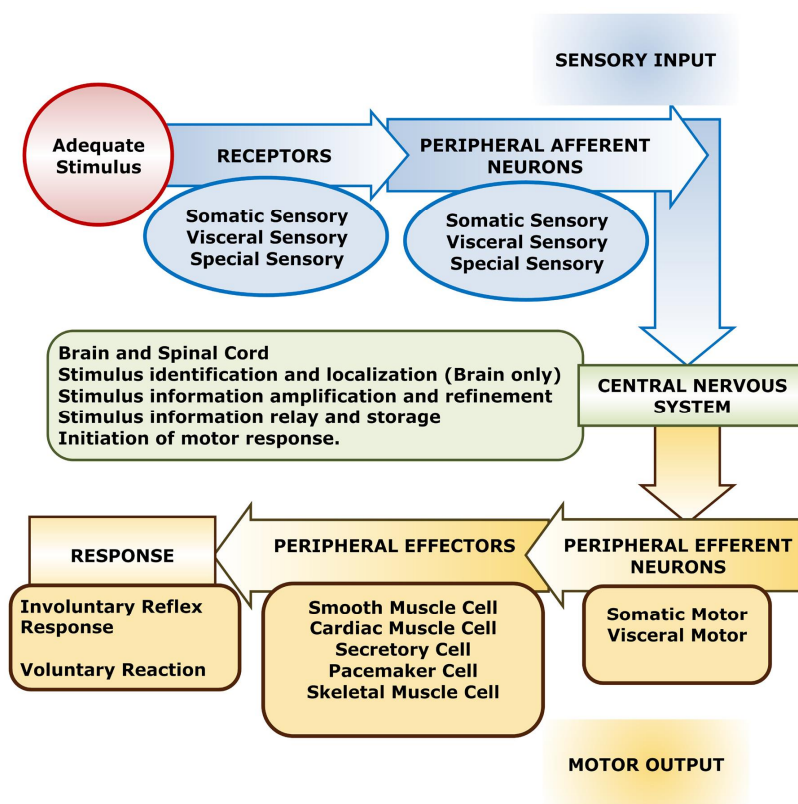


Obr. 11.1 Reakční reflex

Na druhé straně je dobrovolná reakce z definice svévolná, a proto kontrolovatelná reakce na podnět, často modifikovaná učením a zkušenostmi. Dráhový sportovec zkušený v běhu na 100 metrů může reagovat rychleji na zvuk startovací pistole než relativně nezkušený závodník.

Reflexní odpověď i dobrovolná reakce na podnět začínají aplikací podnětu na receptor a končí odpovědí efektoru. Anatomicky se nervové dráhy (obr. 11.2) skládají z následujících základních prvků společných jak pro mimovolní reflex, tak pro dobrovolnou reakci:

1. **Receptor:** specializovaná struktura na začátku senzorkého neuronu, který přijímá podnět.
2. **Aferentní neuron:** senzorký neuron, který přenáší senzorké informace z receptoru do mozku nebo míchy. Aferentní neurony končí v centrálním nervovém systému a synapsí s asociačními neurony a/nebo motorickými (eferentními) neurony.
3. **Centrum CNS (Central Nervous System):** centrum v mozku nebo míše, kde jsou informace přenášeny přes jednu nebo více synapsí ze senzorkého neuronu do motorického neuronu.
4. **Eferentní neuron:** motorický neuron, který přenáší informace z mozku nebo míchy do efektoru.
5. **Efektor:** buňka hladkého svalstva, buňka srdečního svalu, buňka kardiostimulátorového systému, sekreční buňka (ve žlázách) nebo buňka kosterního svalu, která zajišťuje reflexní nebo reakční odpověď.



Obr. 11.2 Nervové dráhy

Diskuse o reflexech je uvedena v lekci 20, Míšní reflexy, a čtenář je odkázán na další podrobnosti v úvodní části této lekce. Tato lekce se zabývá reakční dobou v situacích stimul – reakce, kde je reakce dobrovolnou reakcí na předložený stimul.

Interval mezi dodáním stimulu a reakcí na stimul se nazývá *latentní období* nebo *reakční čas*. Reakční časy na daný podnět – reakční situace se běžně liší od člověka k člověku. Reakční doba jedné osoby opakovaně vystavené stejnému podnětu – reakční situace se také může měnit, prodlužovat nebo zkracovat v závislosti na okolnostech.

Reakční doby ovlivňuje, a tedy určuje, mnoho faktorů. I když mohou existovat mírné rozdíly mezi jednotlivými osobami, jakmile jsou jednou stanoveny, mnoho z těchto faktorů je obvykle stabilních a nemění se učením nebo opakovaným používáním. Mezi takové faktory patří mechanismy funkce receptoru a stimulace senzorkých neuronů, délka a složitost reakční dráhy, rozdíly mezi rychlostmi vedení senzorkých a motorických nervových vláken a tak dále. Snad nejdůležitější z proměnných faktorů ovlivňujících reakční dobu se týká mechanismů synaptického přenosu. Synaptický přenos označuje metodu, kterou neuron, nazývaný presynaptická buňka, komunikuje nebo ovládá jiný neuron, postsynaptickou buňku.

Asynapse (*syn*-spolu, *apsis*-spojení) je funkční spojení mezi neuronem a jeho efektořem, obvykle dalším neuronem. K přenosu na elektrochemické synapsi dochází, když presynaptická buňka uvolňuje molekuly neurotransmiteru, které pak zabírají s receptory na postsynaptické buňce, což vyvolává buď zvýšení, nebo snížení dráždivosti postsynaptické buňky. Synaptický přenos může být usnadněn (usnadněn a zrychlen) nebo může být inhibován (zpomalen nebo blokován). Změny v synaptickém přenosu mohou být akutní (krátkodobé) a dočasné, nebo mohou být chronické (dlouhodobé) a trvalejší.

V multisynaptických dobrovolných reakčních cestách, *interneuron* nebo *asociační neuron* přijímá informace ze senzorických neuronů, zpracovává je a stimuluje nebo inhibuje příslušné motorické neurony. Na každé synapsi dochází k mírnému zpoždění, tzv. *synaptické zpoždění*, při přenosu informace z presynaptické buňky do postsynaptické buňky. Obvykle je zpoždění asi 1 – 10 ms. Složitě reakční dráhy, včetně neurálních řídících prvků, mohou snadno obsahovat více než tisíc synapsí. Čím větší je počet neuronů, a tedy i synapsí, které jsou součástí reakční dráhy a její kontroly, tím delší je očekávaná reakční doba.

Většina synapsí je však plastická a přizpůsobivá. Proto v omezené míře mohou být synaptická zpoždění v komplexních reakčních drahách zmírněna jinými faktory. Například přenos na elektrochemické synapsi může být usnadněn zvýšeným otevíráním a zavíráním iontové specifických kanálů, zvýšenou syntézou a uvolňováním neurotransmiterů, zvýšenou syntézou a vkládáním postsynaptických membránových receptorů pro neurotransmiter a zvýšenou rychlostí odstraňování přenašeče z receptorů. Opakované používání, trénink a učení zvyšují synaptickou sílu, to znamená, že usnadňují synaptický přenos. To napomáhá rychlejšímu přenosu i při jednoduchých reflexních drahách, jako je odtahový reflex. Reakční doba při použití dominantní, dobrovolné, motorické dráhy, jako je ta, která určuje ručnost, je obvykle rychlejší než při použití nedominantní dráhy, částečně kvůli větší synaptické facilitaci, která se rozvíjí opakovaným používáním dominantní dráhy po dlouhou dobu.

Postsynaptické motorické neurony řídící kosterní sval a postsynaptické interneurony v dráze stimul – odezva přijímají od presynaptických neuronů více synaptických vstupů dvou typů: excitační synaptické vstupy a inhibiční synaptické vstupy. Po uvolnění excitační synaptické neurotransmitery zvyšují pravděpodobnost, že postsynaptický neuron generuje nervové impulsy, a inhibiční synaptické neurotransmitery pravděpodobnost snižují. Vstupy obou typů jsou v daném okamžiku aktivní a ostatní jsou v klidu. Postsynaptický neuron integruje simultánní excitační a inhibiční vstupy a podle čistého součtu kladných a záporných vstupů mění frekvenci svých nervových impulsů. Některé procesy učení nebo podmiňování jsou spojeny s facilitací excitačních synaptických vstupů a/nebo inhibicí inhibičních vstupů, posilováním reakce na podnět a zkrácením reakční doby.

Další facilitativní vstupy jsou aktivovány retikulárními drahami mozkového kmene, které zvyšují povědomí o mozkové kůře, díky čemuž je člověk bdělejší a pozornější vůči změnám ve vnějším prostředí. Je dobře známo, že reakční doba pro daný úkol je delší, pokud je úkol prováděn pozdě v noci nebo brzy ráno, kdy osoba není tak bdělá, jako může být v jiných denních dobách. Zvýšená pozornost a pozornost spojená s očekáváním dodání stimulu, zejména pravidelných a opakujících se stimulů, také aktivují facilitativní vstupy do neuronů v dráze stimulační odezvy a zkracují reakční dobu.

V této lekci bude zaznamenáván reakční čas subjektu ve čtyřech různých situacích stimul – odezva. V každé situaci bude stimulem zaznamenané slyšitelné cvaknutí a dobrovolnou reakcí bude zaznamenané stisknutí jediného tlačítka při slyšení zvuku. Ve dvou situacích bude prezentace stimulu v pevném intervalu a bude zaznamenaná reakce dominantní ruky následovaná nedominantní reakcí ruky. V dalších dvou situacích se prezentace stimulu změní na náhodnou, přičemž interval stimulu se pohybuje od jedné do deseti sekund. Statistické výpočty budou použity k porovnání reakčních časů pro skupiny subjektů v každé ze čtyř situací stimul – odezva.

Chcete-li porovnat reakční časy ze dvou typů rozvrhů prezentace, můžete výsledky shrnout jako statistiky nebo míry populace. Existují určité statistiky, které se obvykle uvádějí pro výsledky studie: **znamenat**, **rozsah**, **rozptyl**, a **standardní odchylka**. Průměr je měřítkem centrální tendence. Rozsah, rozptyl a směrodatná odchylka jsou míry distribuce nebo „rozprostření“ dat.

- ◆ **Theznamenat** je průměr nebo součet reakčních časů dělený počtem subjektů (n).
- ◆ **Therozsah** skóre je nejvyšší skóre mínus nejnižší skóre. Rozsah je ovlivněn extrémně vysokými a nízkými reakčními časy, takže výzkumníci také popisují „rozložení“ nebo rozložení časů pomocí dvou souvisejících statistik: rozptylu a standardní odchylky.
- ◆ **Rozptyl** se určí výpočtem průměrné čtvercové odchylky každého čísla od jeho průměru.
- ◆ **Standardní odchylka** je druhá odmocnina z rozptylu.

Pomocí statistik střední hodnoty a distribuce mohou výšetřovatelé porovnávat výkonnost skupin. V této lekci si vypočítáte skupinové statistiky, ale nebudete provádět žádná formální srovnání mezi skupinami.