

**Sada Smyslové vnímání**  
Kat. č. 1133068



**Obecné informace o smyslovém vnímání**

Smyslové vnímání je dílčí oblast fyziologie, která se zabývá výzkumem funkcí a činností smyslových orgánů u lidí a živých organismů. Smyslové buňky, které jsou rozmístěné po celém těle a nesou odpovědnost za vnímání podnětů, představují specializované buňky vnější (ektodermální) epitelové tkáně. Smyslové buňky se mohou vyskytovat jednotlivě nebo uspořádané do smyslových epitelů a vytvářejí smyslové orgány, jež slouží jako vlastní nositelé smyslové funkce.

Všechny smyslové orgány jsou vybaveny četnými buňkami smyslových nervů. Tyto buňky smyslových nervů, které se také označují jako volná nervová zakončení, jsou dráždivá, silně rozvětvená koncová vlákna nervových buněk. Buňky smyslových nervů často mají vlasové výběžky, které slouží jako zrakové tyčinky, sluchová, čichová a hmatová vlákna pro přijímání dráždivých podnětů. Vždy podle funkce těchto buněk smyslových nervů se rozlišují zrakové, sluchové, čichové, chuťové, hmatové buňky atd.

Všechny organismy jsou schopny reagovat na podněty, ať už se jedná o rostliny, zvířata nebo lidi. Každý organismus je vystaven neustálým podnětům, bez nichž by úspěšný život nebyl možný.

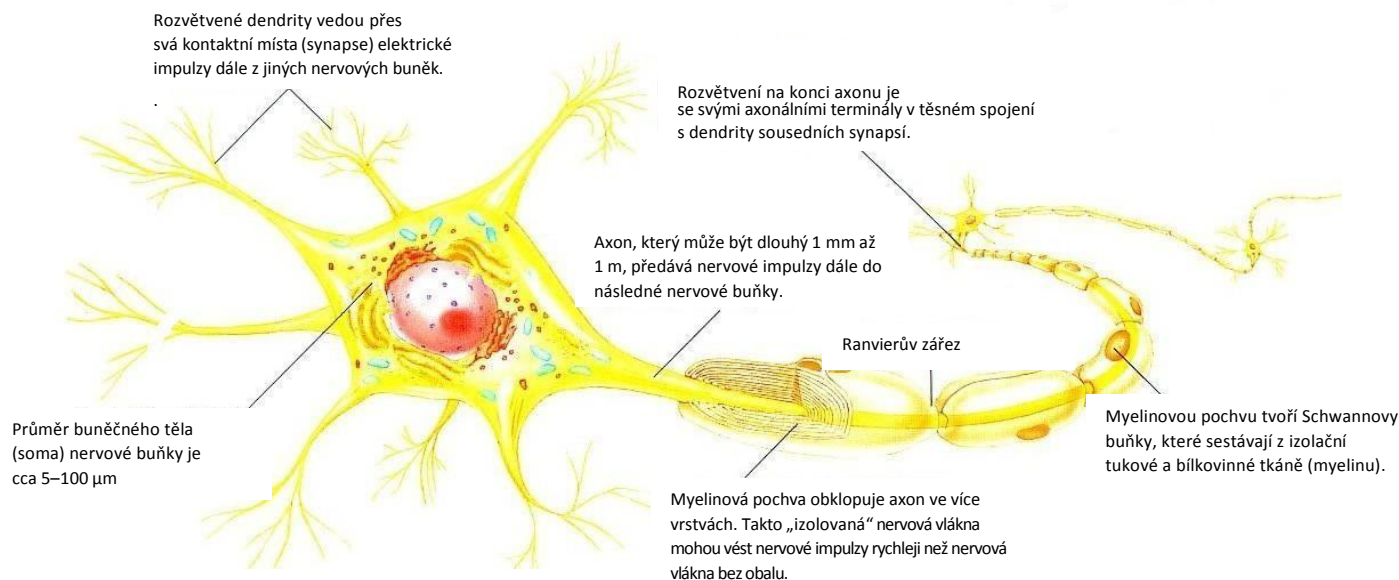
Ve slovníku je pod pojmem podněty uvedeno:

**Podnět**, vnější změna stavu, která v biologickém objektu vyvolá stimulaci. Ne každá změna prostředí působí jako podnět. Proto můžeme rozlišovat jen několik druhů podnětů: chemické, osmotické, tepelné, mechanické a elektrické podněty. Tyto „obecné protoplazmové podněty“ se odlišují od akustických a optických podnětů, pro jejichž přijímání jsou u živočišného organismu vytvořeny zvláštní smyslové buňky nebo smyslové orgány. Ve smyslových orgánech se transformují speciální druhy podnětů na obecné plazmové podněty. Druh podnětu typický pro smyslový orgán nebo receptor je jako adekvátní podnět konfrontován s neadekvátním podnětem. Fotoreceptory v oku tak lze rovněž podráždit neadekvátním podnětem, jako je „tlak“.

Zvláštní význam pro úspěch podnětu má charakteristika podnětu. Veličina charakterizující podnět (intenzita, doba trvání, strmost vzestupu, změna intenzity v průběhu doby trvání podnětu, u elektrických podnětů polarita) musí mít určité hodnoty, pokud má být v objektu vyvolána stimulace. Pomalu rostoucí stejnosměrný proud proto působí dráždivě teprve při mnohem vyšší intenzitě než náhle zapnutý proud. Podnět může vyvolat vzruch jen v určité hodnotě intenzity, závislé na době dráždění. Tato hodnota se nazývá práh dráždivosti nebo prahový podnět. Podněty menší intenzity jsou jako podprahové podněty konfrontovány s nadprahovými podněty.

Podněty přijímají organismy zevnitř těla i z vnějšího světa a předávají je do příslušných orgánů, čímž se spustí účelová reakce těla. Tato souhra se obecně nazývá nervová soustava. Řídicím střediskem nervové soustavy je mozek. Ten analyzuje přichozí podněty a rozhoduje o reakci na tento podnět.

## Struktura nervové buňky



Nervová soustava se dle odhadu skládá z více než 100 miliard nervových buněk. Jejich prostřednictvím jsou podněty vedeny dále ve formě slabého elektrického proudu. Toto vedení se také nazývá nervový impuls nebo akční potenciál. Nervový impuls se šíří v lidském těle rychlostí cca 430 km/h.

Elektrické napětí lze změřit. Pokud nejsou přes axon, který předává nervový impuls k dalším nervovým buňkám a jehož délka kolísá od zlomků milimetru do 1 metru, přenášeny žádné informace, ukazuje měřicí přístroj (voltmetr) klidové napětí 80 mV. Tento stav se však změní, jakmile přes axon prochází informace. Ukazatel voltmetru spadne zpátky na nulu. Při přenosu informace dojde k přeměně elektrického napětí na stěně axonu. K přeměně elektrického napětí dojde nejprve na místě, kde axon vystupuje z buněčného těla a bleskově se šíří po celé délce axonu až k synapsi. Důležité jsou přitom myelinové pochvy nervových vláken. Myelin je izolační tuková a bílkovinná tkáň, která obklopuje axon. Informace je tak dále vedena ve formě „kolejí“, neboť přitom nemůže opustit axon nebo jej opouští jen v určitých případech.

Končí-li nervové vlákno synapsí např. na sval, nazývá se toto místo motorická koncová ploténka. Důležitý je počet impulzů přicházejících na motorickou koncovou desku (frekvence impulzů). Čím více nervových impulzů za sekundu přichází na motorickou koncovou ploténku, tím silnější je reakce. V synapsích se vytvoří neurotransmittery (přenosové látky), které přenášejí nervové impulzy ze synapse k synapsi nebo ze synapse ke svalovému vláknu. Elektrické impulzy nepřenáší synapse dále. Čím silnější jsou přicházející elektrické impulzy (akční potenciály), tím více neurotransmitterů se vylíje

ze synapse a tím silnější je předání podnětu nebo tím silnější je reakce, která je vyvolána na motorické koncové ploténce.

Smyslové orgány umožňují ve spojení s naší nervovou soustavou velmi rychlé reakce na různé, z části životně důležité podněty a cílený pohyb.

Jak to, že např. dítě, které sáhne na horkou sklokeramickou desku sporáku, bleskově rukou ucukne? V jeho těle při tom probíhá velmi složitý proces. V ruce, na ruce a na prstech najdeme receptory citlivé na horko (smyslové buňky). Tyto receptory jsou zakončení nervových buněk. Ruka však není schopna rozpoznat, zda je sklokeramická deska horká nebo studená. Náš mozek je odpovědný za to, že jsou zde analyzovány a zpracovány přijaté podněty. Mozek bleskurychle rozezná horko a vydá motorické koncové ploténce, podrážděné nervové buňce, příkaz k ucuknutí ruky.

Pro přesnější pochopení tohoto procesu následuje nejprve stručné vysvětlení struktury nervové buňky. Nervová buňka se skládá z rozvětvených dendritů, které vždy mají na svém konci synapsi. Prostřednictvím synapsí jsou dendrity nervových buněk vzájemně spojené. Přejde-li podnět, vedou jej dendrity k vlastní nervové buňce, odtud přes axony, které jsou obaleny Schwannovými buňkami, k míše a odtud dále do mozku. Podnět přichází přesně do centra v mozku, které je schopno tento podnět rozpoznat a odpovědět na něj. Po rozpoznání se v opačném směru stimuluje motorická nervová buňka, která se nachází v blízkosti přijetí podnětu, aby na tento podnět odpověděla. V našem případě dojde ke stažení ruky. To se děje tak, že nervová buňka pověřená mozkem vylije prostřednictvím motorické koncové ploténky, která je spojená se svalovým vláknem, acetylcholin. Čím silnější je vzruch, tím více acetylcholinu se vylije a tím prudší je reakce.

Tato sada pro provádění pokusů má žákům ukázat, že naše smyslové orgány se nacházejí na nejrůznějších místech našeho těla a jak reagují.

### **Rozsah dodání**

1 hmatová tyčinka

1 sonda teplo - chlad

1 obkročné hmatadlo

1 sada průhledných plastových karet pro geometrický optický klam (4 ks)

1 testovací karta pro prokázání „slepé skvrny“ v oku

1 brýle s nástavci

(složení: 2 modré a 2 červené fólie, 4 PVC skla)

2 optické hranoly pro brýle

1 motor s regulací a přepínáním směru otáčení, včetně napájecího zdroje

1 sada vzorovacích kotoučů (3 ks)

1 přístroj pro směrové slyšení

(sestavující ze stetoskopu, silikonové hadičky a označovací tužky)

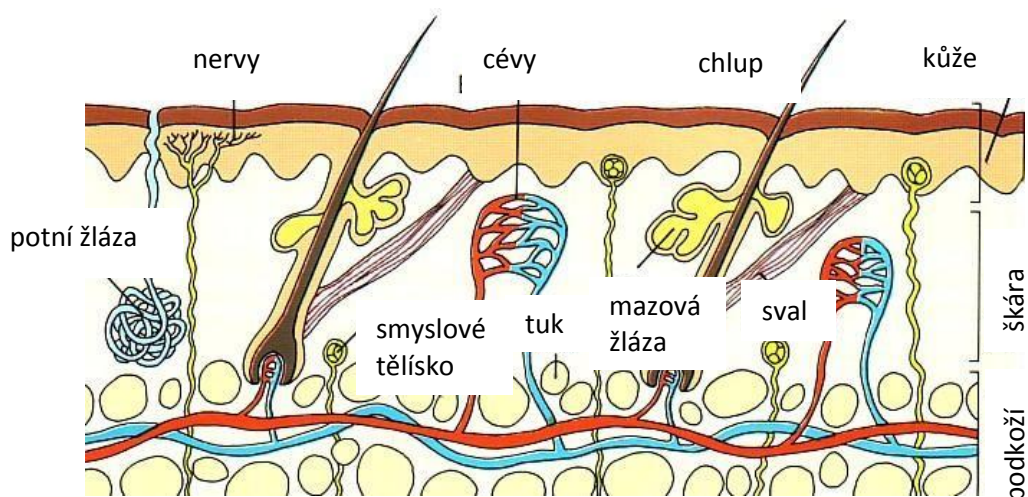
1 rezonanční trubka

### Kůže – kontaktní místo s okolním světem

Kůže, vnější vrstva těla, se skládá z několika na sobě umístěných tkáňových vrstev.

Náš hmat nám poskytuje důležité informace o okolním prostředí a varuje nás před nebezpečím. Tento hmatový smysl je „umístěn“ v naší kůži a představuje tak velmi důležitý smyslový orgán. Uvnitř kůže se nachází vysoce citlivé smyslové buňky, které reagují na různé podněty, jež vycházejí z okolního prostředí, např. na teplo, chlad nebo také tlak.

### Zobrazení kůže



## Pokusy

### 1. Hmat

Určité oblasti našeho těla jsou velmi citlivé, to znamená, že mají velmi mnoho hmatových smyslových buněk. Náš obličej, zde především rty a jazyk v ústech, ale také naše ruce, zde obzvláště konečky prstů, mají velmi hustou síť smyslových buněk. Na konečcích prstů vzniká například podnět již v případě, že zde stlačíme kůži jen o několik tisícín milimetru.

Na dalších místech našeho těla je mnohem méně takových smyslových buněk, a tak je práh dráždivosti relativně nízký. Záda a stehna jsou vybavena podstatně menším počtem hmatových smyslových buněk. Teprve když zde podnět předá dále mnoho smyslových buněk, mozek je rozpozná a zpracuje. Naproti tomu stačí na konečku prstu podráždění jen jedné smyslové buňky a náš mozek je přijme a zpracuje. Rozlišení podnětů, které přicházejí z hmatových smyslových buněk konečků prstů, je přitom velmi rychlé, takže se ruka stává přesně pracujícím nástrojem.

Nervová vlákna, která slouží hlavně hmatovému smyslu, končí v určitých smyslových orgánech, které se nazývají Meissnerova tělíska a Merkelova hmatová tělíska. Tato tělíska se ve zvláštní míře vyskytují v konečcích prstů, na dlaních, na chodidlech a ve rtech. Jedná se o receptory, které jsou stimulovány dotekem, reagují na nejmenší deformace povrchu kůže a vysílají impulzy do mozku.

K prozkoumání hmatových smyslových buněk v naší kůži použijeme hmatovou tyčinku. Tato hmatová tyčinka sestává z dřevěné tyčinky, na jejímž konci se nachází plastová štětina. Touto hmatovou tyčinkou lze na kůži vyvíjet malý tlak. Na prozkoumání rozmístění hmatových smyslových buněk na ruce by měli spolupracovat dva žáci. Jeden žák se zkouší se stejným tlakem dotýkat hmatovou tyčinkou u svého spolužáka nejrozličnějších zón dlaně, hřbetu ruky a prstů. Pokusná osoba má přitom zavřené oči a oznamuje svému spolužákovi, zda a jak silně cítí dotek. Můžeme pozorovat, že na rukách a na prstech je velmi odlišná hmatová citlivost. Žáci poznají, že se na prstech a zde zejména na konečcích prstů nacházejí četné hmatové smyslové buňky. Na konečcích prstů lze vnímat již sebemenší dotyk. Naproti tomu na hřbetech ruky se hmatových smyslových buněk nachází mnohem méně, takže na některých místech necítíme téměř nebo vůbec žádné vjemy.

Lidé, jejichž zrak je silně omezen nebo kteří vůbec nevidí, jsou odkázáni zejména na hmatový smysl. Používají tak ve vysoké míře k hmatání a rozpoznání zejména konečky prstů, např. při čtení slepeckého (Braillova) písma.

### Hustota bodů pro vnímání tlaku a bolesti na 1 cm<sup>2</sup> kůže

	<b>Tlakové body</b>	<b>Bolestivé body</b>
<b>Obličej</b>	50	184
<b>Špička nosu</b>	100	44
<b>Trup</b>	29	196
<b>Vnitřní strana předloktí</b>	15	203
<b>Hřbet ruky</b>	14	188

Vater-Paciniho tělíska, vyskytující se v naší kůži a sloužící jako receptory pro vnímání tlaku, nejsou touto hmatovou tyčinkou stimulována. Tato tělíska leží v hlubších vrstvách kůže a vyšlou informaci do mozku teprve tehdy, když se tkáň velmi silně stlačí.

## 2. Vnímání tepla

### 2.1 Chladové a tepelné body

K prozkoumání chladových a tepelných bodů se používá sonda, tedy sonda chlad - teplo, jejíž hrot je vyroben z mědi. Tepelné a chladové body registruje naše kůže pomocí receptorů bolesti, které jsou rozmístěny v kůži a svrchní škáře.

Pomocí svíčky nahřejte sondu chlad - teplo a opatrně přiložte hrot sondy na hřbet ruky. Většinou je přítom vnímán jen dotyk sondy. Jen na zvláštních místech vnímáme teplo sondy. U těchto na teplo citlivých míst se jedná o tepelné body na kůži. Tato místa, na nichž vnímáte teplo, označte červeným fixem.

Při dalším pokusu se sonda ochladí ledem a pokus se opakuje. Také zde máme podobný výsledek. Opět budete vnímat dotyk sondy na kůži, ale jen na zcela určitých místech vnímáte chlad sondy. U těchto bodů se jedná o chladové body na kůži. Tyto body označte modrým fixem. Můžete tak rozlišit tepelné a chladové body a rozpoznat jejich rozmístění.

Pokud nyní porovnáte červené a modré značky, zjistíte, že se tepelné a chladové body neshodují. Pokus ukazuje, že na kůži je označeno výrazně více chladových než tepelných bodů.

Povrch kůže lidského těla má celkově cca 30 000 tepelných bodů a zhruba 250 000 chladových bodů. Převážná část tepelných a chladových bodů se nachází na obličeji a na trupu, v menší hustotě jsou tyto body rozmístěny na pažích a nohou.

### Hustota tepelných a chladových bodů na 1 cm<sup>2</sup> kůže

	Tepelné body	Chladové body
<b>Obličej</b>	0,6	8
<b>Špička nosu</b>	1,0	13
<b>Trup</b>	0,3	9
<b>Vnitřní strana předloktí</b>	0,4	6
<b>Hřbet ruky</b>	0,5	7

## 2.2 Vnímání tepla pomocí vody

Při dalším pokusu se má prozkoumat vnímání tepla na rukou pomocí teplé a studené vody. Vnímání tepla a chladu se zakládá na tepelných a chladových bodech těla. Je kupodivu, že vodu o stejné teplotě můžeme jednou vnímat jako studenou a jednou jako teplou nebo teplejší. Pro tento pokus si připravte dvě nádoby s vodou o různé teplotě. Nyní do každé z nádob ponořte ruku a popište vnímání tepla. Samozřejmě popíšete studenou vodu jako studenou a teplou vodu jako teplou. Pokud po zhruba jedné minutě ponoříte ruku do druhé nádoby (z teplé vody do studené a ze studené do teplé), ucítíte, že teplá voda se zdá být mnohem teplejší a studená voda mnohem studenější. Naše vnímání tepla a chladu je proto velmi subjektivní, což můžeme také neustále pozorovat v našem každodenním životě.

## 3. Vnímání vzdálenosti hmatových bodů pomocí obkročného hmatadla