Autonomní nervový systém

**Laboratorní cvičení a seminář z lékařské fyziologie**

Domácí příprava, studijní materiály a výukové cíle

**Náplň semináře**

V tomto semináři se seznámíme s organizací a funkcí autonomního nervového systému (ANS), který se kriticky podílí na udržování tělesné homeostázy prostřednictvím regulace fyziologických funkcí těla a chování. Probereme mechanizmy, kterými ANS reguluje periferní tkáně, včetně autonomních reflexů, a také vliv různých látek modulujících aktivitu ANS. Naučíme se, jak testovat autonomní funkce našeho těla. Role ANS v regulaci homeostázy a chování bude probrána v kontextu autonomní neuropatie, intoxikace, stresové reakce a dysreflexie vyvolané poraněním míchy. Na závěr semináře si ukážeme, jak lze pomocí jednoduchých dechových cvičení aktivovat parasympatickou část ANS a zmírnit tak stresovou reakci.

**Výukové cíle – co budete umět**

* Popsat obě hlavní části ANS a jejich funkce.
* Vysvětlit, jak se sympatické (S) a parasympatické (PS) nervy vzájemně ovlivňují při regulaci funkce jednotlivých orgánů a při udržování homeostázy.
* Vyjmenovat hlavní účinky stimulace PS v různých orgánech.
* Popsat reakci fight-or-flight a vysvětlit, jak aktivace S ovlivňuje činnost různých orgánů.
* Popsat funkci jednotlivých typů receptorů v S a PS.
* Popsat signalizační mechanizmy spolu se základní farmakologií a toxikologií subtypů receptorů v ANS.

**Studijní materiály**

* Přednáška z Fyziologie na Moodlu
* Učebnice O. Kittnar – Lékařská fyziologie 2. vydání
  + Strany 661-684
* Učebnice Guyton and Hall
  + Chapter 60 (729-741)

<https://www.ninjanerd.org/lecture/autonomic-nervous-system>

<https://www.ninjanerd.org/lecture/sympathetic-nervous-system>

<https://www.ninjanerd.org/lecture/parasympathetic-nervous-system>

<https://www.ninjanerd.org/lecture/adrenergic-receptors>

<https://www.ninjanerd.org/lecture/cholinergic-receptors>

**Domácí příprava**

Kruh se rozdělí do 4 skupin. Každá skupina si vybere jednu ze 4 případových studií. Jako domácí úkol si každá skupina prostuduje a připraví odpovědi na příslušné otázky. K zodpovězení otázek použijte učebnice fyziologie nebo online zdroje. Můžete si připravit prezentaci na dané téma nebo jen vše ústně vysvětlit a malovat na tabuli (prezentace by měla být na maximálně 5-10 minut). Ve své prezentaci se zaměřte pouze na relevantní aspekty. Po prezentaci bude následovat diskuze. Bonusový úkol si připraví skupinka max. 3 studentů a bude ohodnocen kredity navíc (tedy pro studenty, kterým chybí kredity za aktivitu).

**Část 1: Případová studie – diabetická autonomní neuropatie a základní testy autonomních funkcí**

42letý muž, sloužící voják, trpící cukrovkou 2. typu asi 4 roky, na perorálních antidiabetikách, ale s nedostatečnou kontrolou hladiny glukózy v krvi. Navštívil svého lékaře s anamnézou brnění, necitlivosti v rukou a nohou a posturálními závratěmi trvajícími několik měsíců. Závratě byly přítomny při vstávání z polohy na zádech, byly spojené s bušením srdce a pocity téměř bez vědomí. Tyto příznaky nebyly spojeny s žádnou bolestí na hrudi, třesem, ztuhlostí a záchvaty, žádným tinnitem. Pacient měl také anamnézu časné sytosti, pocitu nadýmání, zácpy a občasného průjmu. Pacient si dále stěžoval na genitourinární symptomy, potíže se zahájením mikce a namáháním při vyprazdňování, slabý proud moči s erektilní dysfunkcí. Není přítomna žádná související horečka.

Pacient byl odeslán k vyšetření autonomních reflexů s podezřením na autonomní neuropatii.

***Otázky k domácí přípravě (skupina 1):***

Jaké jsou základní testy autonomních funkcí? Vysvětlete je svým kolegům tak, abychom některé z nich mohli během semináře provést.

Jako zdroj informací použijte především internet, např.: <https://medlineplus.gov/lab-tests/autonomic-testing/>

**Část 2: Případová studie – intoxikace organofosfáty**

CD je 44letá žena, která většinu dne strávila prací na své zahradě. Silný vítr způsobil, že neúmyslně vdechla insekticid, který rozstřikovala po celé zahradě. Když začala silně sípat, byla převezena na pohotovost. Ošetřující lékař pozoroval další příznaky včetně zúžených zorniček a zpomaleného srdečního tepu. CD byla léčena intravenózním podáním atropin sulfátu.

***Otázky k domácí přípravě (skupina 2):***

1. Co jsou to organofosfáty?
2. Jaký je jejich mechanismus účinku v organizmu? Jaká je funkce acetylcholinesterázy?
3. Které typy receptorů jsou v důsledku této inhibice nadměrně stimulovány?
4. Která část ANS byla primárně postižena, sympatikus nebo parasympatikus?
5. Za jakých podmínek tato část ANS funkčně převažuje?
6. Vysvětlete, jak insekticid způsobil příznaky otravy.
7. Jaké účinky může mít insekticid na gastrointestinální systém? Vysvětlete.
8. Jaký účinek může mít insekticid na generalizované nebo lokalizované pocení u tohoto pacienta? Vysvětlete.
9. Jaký účinek může mít insekticid na kosterní svaly pacienta, pokud je vystaven dostatečně vysokým dávkám?
10. Bylo by podávání antagonisty β-adrenergního receptoru užitečné při léčbě tohoto pacienta? Proč ano nebo proč ne?
11. Proč je atropin vhodnou léčbou? Zdůvodněte své nápady.
12. ‚‚Nervový plyn‘‘ sarin je silný, irreverzibilní organofosfát. Jaká je pravděpodobná příčina smrti v důsledku expozice této extrémně toxické látce?

**Část 3: Případová studie – boj nebo útěk – akutní stresová reakce**

Pětatřicetiletá žena se stala svědkem dopravní nehody. Ve dnech následujících po incidentu pociťuje bušení srdce, svalovou slabost a cítí nevolnost. Nespala a je pro ni stále obtížnější soustředit se na práci ve své kanceláři. Žena navštívila svého praktického lékaře, který diagnostikoval akutní úzkost. Ke zmírnění příznaků předepsal beta-blokátor propranolol.

***Otázky k domácí přípravě (skupina 3):***

1. Co je reakce fight-or-flight?
2. Které anatomické struktury a homeostatické funkce se účastní této reakce?
3. Co jsou to katecholaminy? Která sloučenina je převládající? Jak jsou katecholaminy normálně eliminovány z krve?
4. Popište vztah dřeně nadledvin k autonomnímu nervovému systému. Za jakých podmínek se katecholaminy typicky uvolňují?
5. Vysvětlete příznaky bušení srdce, svalové slabosti a nevolnosti.
6. Uveďte další příznaky, které jste zaznamenali, když jste pociťovali úzkost.
7. Je srdeční frekvence u tohoto pacienta pomalejší nebo rychlejší než průměr? Proč? Které autonomní receptory se podílejí na této změně srdeční frekvence?
8. Je pravděpodobné, že krevní tlak bude u tohoto pacienta nižší nebo vyšší než průměr? Proč? Které autonomní receptory se podílejí na této změně krevního tlaku?
9. Popište mechanizmus nadměrného pocení u pacienta. Jaké autonomní receptory se podílejí na tomto pocení?
10. Očekávali byste, že zorničky pacientky budou zúžené nebo rozšířené, když jsou její ostatní příznaky na vrcholu? Jaký je klinický termín používaný k popisu tohoto stavu?
11. Jaká je délka trvání a dosah aktivity cirkulujících katecholaminů ve srovnání s neuronálně uvolněným norepinefrinem? Vysvětlete.
12. Vysvětlete, jak může beta-blokátor propranolol pomoci zmírnit fyzické příznaky spojené s úzkostí.
13. Jaký je rozdíl mezi akutní a chronickou stresovou reakcí?

**Část 4: Případová studie – poranění míchy a autonomní dysreflexie**

Autonomní dysreflexie je život ohrožující stav postihující pacienty s míšními lézemi úrovně T6 a vyšší. 51letý muž s anamnézou paraplegie v důsledku poranění míchy C6 (před 30 lety) vykazoval opakující se vysilující epizody nadměrného pocení, hypertenze, nízké tělesné teploty a bradykardie. Předchozí hospitalizace předpokládaly jako etiologii sepsi z infekce močových cest; při dalším hodnocení však jeho symptomy odpovídaly nediagnostikované autonomní dysreflexii.

***Otázky k domácí přípravě (skupina 4):***

1. Která část autonomního nervového systému je u tohoto pacienta nadměrně aktivovaná?
2. Jaká by byla srdeční frekvence tohoto pacienta? Pomalejší nebo rychlejší? Proč? Vysvětlete.
3. Jaké jsou nejvýraznější příznaky u tohoto pacienta?
4. Jaké patofyziologické mechanismy vedou k těmto symptomům?
5. Jaká další onemocnění mohou vykazovat podobné příznaky?

**Bonusový úkol**

Chronický stres spojený s dlouhodobou aktivací sympatiku může způsobit mnoho zdravotních potíží včetně dysfunkce imunitního systému, potížích se zažíváním, vysoký krevní tlak atd.. Tomu lze předcházet několika způsoby – buď se nepřetěžovat, což bývá často neproveditelné, a nebo se naučit zmírňovat účinky stresu zesílením funkce parasympatiku. Tyto techniky jsou v poslední době velmi oblíbené a hojně používané.

***Otázky k domácí přípravě (max 3 studenti):***

1. Jakým způsobem lze aktivně zesílit působení parasympatiku v naše těle?
2. Jak tyto techniky fungují? Vysvětlete mechanismus.
3. Kdy byste tyto techniky použili?