

09. PATOFYZIOLÓGIA BOLESTI

Ján Hanáček

Bolesť je jeden z najčastejšie sa vyskytujúcich symptómov v medicíne všeobecne a v dentálnej medicíne zvlášť. Je dôsledkom normálnej funkcie ako aj dysfunkcie senzitívneho nervového systému. Bolesť je často sprevádzaná nepríjemnými pocitmi. Je to komplexný fenomén, ktorý nie je vždy jednoduché definovať, identifikovať a kvantifikovať. Každý človek prežíva bolesť ináč, bolesť jedinca je teda originálna a unikátna.

Definícia bolesti

Podľa International Association for Study of Pain je **bolesť nepríjemný pocit alebo emocionálny zážitok spojený so skutočným alebo potenciálnym poškodením tkanív, resp. popisovaný termínmi takéhoto poškodenia.**

Dimenzie bolesti

V definícii bolesti sa uvádza, že bolesť je komplexný fenomén. Jeho komplexnosť charakterizujú tri dimenzie:

- 1) senzitivno-diskriminačná** - jej základom je nocicepcia a percepcia. **Nocicepcia** znamená vznik elektrického signálu po podráždení nociceptorov. **Určuje lokalizáciu bolesti a jej šírenie sa, podieľa sa aj na stanovení jej intenzity a kvality. Percepcia** znamená identifikovanie senzitívneho signálu ako bolestivého. Tento proces prebieha v CNS.
- 2) afektívno-motivačná** – charakterizovaná je takými fenoménmi ako sú utrpenie, depresia, úzkosť a frustrácia.
- 3) uvedomelo-hodnotiaca** – vyjadruje fakt, že pacient hodnotí význam bolesti pre seba, premýšľa o príčine bolesti a o jej možných dôsledkoch.

Prah bolesti – je to najnižšia intenzita podnetu pôsobiaceho na tkanivá organizmu, ktorú človek vníma ako bolestivú.

Tolerancia bolesti – tento termín vyjadruje schopnosť jedinca zniesť bolesť určitej intenzity bez vzniku výrazných emocionálnych a somatických prejavov. Tolerancia bolesti sa mení vplyvom mnohých faktorov u toho istého jedinca a v tomto fenoméne existujú aj významné interindividuálne rozdiely. V prahu bolesti nie sú také intenzívne intra- a interindividuálne rozdiely.

Klasifikácia bolesti

Existuje viacero kritérií, podľa ktorých sa bolesť klasifikuje.

Podľa času trvania bolesti rozlišujeme bolesť:

- akútnu, subakútnu, chronickú

Akútnu bolesť (trvanie do 3 týždňov) môžeme považovať za fyziologický ochranný a obranný fenomén, pretože upozorňuje človeka na možné poškodenie tkaniva, čo ovplyvní jeho ďalšie správanie sa a zabránenie progresie poškodzujúceho procesu.

Subakútnu (3-6 týždňov), hlavne však chronickú bolesť (viac ako 6 týždňov) treba považovať za patologický fenomén, ktorý poukazuje na závažné poškodenie tkanív organizmu. Chronická bolesť je považovaná za samostatný chorobný syndróm alebo chorobu.

Podľa miesta vzniku

Somatická:

- povrchová (v koži a podkoží)
- hlboká – svalová, kĺbová, spojivová, kostná, zubná

Viscerálna:

- z orgánov dutiny hrudnej a brušnej

Podľa mechanizmu vzniku rozlišujeme bolesť:

1) nociceptívnu

2) neuropatickú

3) psychogénnu

4) idiopatickú

Nociceptívna bolesť je taká bolesť, ktorá vzniká stimuláciou nociceptívnych nervových zakončení v tkanivách organizmu. Tieto zakončenia ani aferentné nervové vlákna, ku ktorým zakončenia patria, nie sú pri tomto type bolesti poškodené. Nociceptormi sú zakončenia senzitivných nervových vlákien typu A-delta (myelinizované) a C -vlákna (nemyelinizované).

Neuropatická bolesť je druh bolesti, ktorý vzniká pri poškodení - funkčnom a/alebo štrukturálnom - senzitivného (nociceptívneho) nervového systému, pričom tkanivo, v ktorom sa takýto nerv nachádza môže, ale nemusí byť poškodené. Tento typ bolesti je jednoznačne patologický, neplní ochrannú, či obrannú funkciu a výrazne znižuje kvalitu života pacienta svojou intenzitou a chronicitou. Tento typ bolesti sa postupne stáva samostatnou nozologickou jednotkou.

Mechanizmus vzniku

Ide o čiastočné poškodenie alebo úplné zničenie periférneho nervu alebo časti CNS (kompresia, zápal, infiltrácia tumorom, iatrogenné poškodenia chirurgom, rádioterapiou, chemoterapiou) spojené s obmedzením až vyradením senzitivnej inervácie v danej oblasti.

Poškodený nerv, resp. jeho novotvorené výrastky, sú extrémne citlivé nielen na nociceptívne stimuly (**hyperalgézia**), ale aj na nenociceptívne (nebolestivé) stimuly, čo nazývame **allodýniou** (napr. bolestivo sa pociťuje podnet, ktorý za normálnych okolností vedie k pociťovaniu dotyku). Zvýšená citlivosť je spôsobená nielen senzitiváciou periférnej časti nociceptívneho systému (**periférna senzitivácia**), ale aj jeho centrálnej časti (**centrálna senzitivácia**). Najčastejšími formami neuropatickej bolesti sú: bolesť v dolnej časti chrbta, bolesť pri diabetickej neuropatii, postherpetická neuralgia, bolesť pri rôznych druhoch rakoviny, bolesť po poškodení miechy, neuralgia n. trigeminus, postamputačná fantómová bolesť.

Psychogénna bolesť

Ide o bolesť nesúvisiacu s morfológickým poškodením tkanív, vrátane nervového tkaniva, ale s poruchou spracovania nebolestivých (anxiózných, naučených alebo vrodených signálov nebezpečia) aferentných informácií v sieti štruktúr mozgu spracúvajúcich senzitivnu/nociceptívnu informáciu. Je často súčasťou psychického ochorenia a je indukovaná psychogénnymi noxami.

Regulácia bolesti a jej poruchy

Nociceptívna informácia prichádzajúca z poškodeného tkaniva do CNS vo forme elektrického signálu cez 1. aferentný neurón s telom bunky v dorzálnom miechovom koreni, cez 2. neurón, začínajúci v dorzálnom rohu miechy a končiaci v talame a subkortikálnych štruktúrach mozgu (spinothalamické dráhy) a cez 3. neurón – talamo-kortikálna dráha, je na svojej „ceste“ upravovaná (modulovaná). Modulácia tejto primárnej nociceptívnej informácie znamená buď **zvýšenie intenzity bolesti alebo naopak, jej zníženie**. Zníženie intenzity je uskutočňované v **antinociceptívnom systéme (endogénny systém analgézie)**. Ten má niekoľko častí, ktoré sa nachádzajú v rôznych úrovniach a v rôznych štruktúrach miechy a mozgu:

1) v spinálnej mieche – ide o komplex buniek nazvaných **substantia gelatinosa**. V tejto časti miechy sa stretávajú aferentné informácie prichádzajúce z tkanív príslušnej časti organizmu cez nociceptívne aj nenociceptívne nervové vlákna a funguje ako **brána**, ktorá reguluje množstvo nociceptívnych signálov, ktoré prejdú do vyššej časti nervového systému. Princíp tejto regulácie spočíva v tom, že elektrické signály prichádzajúce do substantia gelatinosa cez nervové vlákna typu A -alfa, A -beta (nemociceptívne), **privierajú bránu** pre transport elektrických signálov prichádzajúcich sem cez A -delta a C -vlákna (nociceptívne – vedúce bolesť). Výsledkom je zníženie množstva nociceptívnych elektrických signálov vedených do CNS a zníženie intenzity bolesti. Ak však je nociceptívnych signálov mnoho

viac ako nenociceptívnych, napr. pri intenzívnom poškodení tkanív, potom dochádza k **otvoreniu brány** a bolestivá informácia sa vo väčšom množstve dostáva do CNS a vyvolá intenzívnejšiu bolesť.

2) v mozgovom kmeni – tu existuje jedinečná skupina štruktúr, ktoré sa podieľajú na ďalšej modulácii bolestivej informácie odchádzajúcej zo zadných rohov miechy a nazývajú sa **descendentný antinociceptívny systém**. Z nich uvedieme len dve:

- periaqueduktálnu šedú hmotu a
- nucleus Raphe magnus

Tieto štruktúry obsahujú nervové bunky, ktoré prijímajú aferentné signály prichádzajúce z miechových ascendentných nociceptívnych dráh ako aj z kortikálnych a subkortikálnych štruktúr mozgu. Stimulovanie týchto buniek uvedenými aferentnými vstupmi sa zvyšuje ich aktivita a táto je vedená z nich vystupujúcimi eferentnými vláknami miechou smerom dolu a inhibujú prenos bolestivej informácie na úrovni mozgového kmeňa aj na úrovni zadných rohov miechy. Tu vytvárajú synapsy na membráne 1. aferentného nociceptívneho neurónu, uvoľňujú endogénne opiáty, ktoré sa viažu na pre-synaptickú membránu synapsy medzi 1. a 2. nociceptívnym neurónom. Výsledkom je utlmenie uvoľňovania excitačných neurotransmiterov z 1. nociceptívneho neurónu a tým aj zníženie stimulácie 2. neurónu a utlmenie prenosu bolestivej informácie do CNS.

3) v mozgovej kôre a v subkortikálnych štruktúrach

Antinociceptívny systém môže byť aktivovaný aj z mozgovej kôry a niektorých podkôrových štruktúr. Napr. strach cez aktiváciu amygdaly a cez aktiváciu stresového systému inhibuje percepciu bolesti. Modulácia primárnej bolestivej informácie môže byť aj v smere zvýšenia jej sily. Deje sa to napr. **periférnou a centrálnou senzitiváciou nociceptívneho systému**.

Periférna senzitivácia znamená zvýšenie citlivosti a reaktivity nociceptorov lokalizovaných v rôznych tkanivách vplyvom mediátorov uvoľňovaných z poškodených buniek, Tieto nociceptory majú na svojom povrchu viac nociceptívnych receptorov, resp. vytvárajú nové druhy nociceptívnych receptorov a tým sa intenzita bolestivej informácie vytvorenej a vedenej cez príslušné aferentné nervy zvyšuje.

Centrálna senzitivácia znamená zvýšenie citlivosti 2. a 3. neurónu nociceptívnej dráhy alebo oslabenie antinociceptívneho systému. Na 2. neuróne nociceptívnej aferentnej dráhy sa zvyšuje počet NMDA a AMPA receptorov (sú to receptory, ktoré sú aktivované glutamátom) vplyvom dlhodobého „bombardovania“ týchto neurónov nociceptívnymi stimulmi (plasticita nervového systému). Ďalšími mechanizmami, ktoré sa na vzniku centrálnej senzitivácie podieľajú sú „pučanie“ nových nervových výbežkov z centrálného konca prerušeného

aferentného nervu (sprouting) a vznik nových synáps. Všetky uvedené, ako aj ďalšie procesy, prispievajú k tomu, že centrálna časť nociceptívneho systému je hypersenzitívna a hyperreaktívna, čo sa prejaví vznikom nepríjemných senzitivných pocitov (dysestézia), bolesti aj na nebolestivé podnety (allodýnia) a výrazným zvýšením intenzity bolesti na podnety bolestivé (hyperalgézia).

Prenesená bolesť

Je to bolesť, ktorú pacient pociťuje na inom, od jej zdroja vzdialenom mieste organizmu. Takúto vlastnosť má najmä **viscerálna bolesť**, ktorá vzniká vo viscerálnom orgáne (napr. srdce, pečeň, obličky) a pacient ju pociťuje a lokalizuje do somatických štruktúr. Takouto prenesenou bolesťou je napr. bolesť v ľavej strane krku, v oblasti mandibuly, v ľavom ramene a ľavej ruke pri ischemickej chorobe srdca. Mechanizmus, ktorým sa prenos bolesti vysvetľuje je **konvergencia**. Jej princíp spočíva v tom, že senzitivne (nociceptívne) nervové vlákna zo srdca a z uvedených somatických častí organizmu transportujú bolestivú informáciu do toho istého segmentu miechy, k tým istým nervovým bunkám 2. aferentného (nociceptívneho) systému (konvergencia). Ak teda prichádza do daného segmentu miechy a ďalej do CNS bolestivá informácia zo srdca, potom pri jej spracovaní v mozgu sa lokalizuje nielen do oblasti srdca, ale aj do somatických štruktúr, z ktorých prichádzajú aferentné (nociceptívne) informácie do toho istého segmentu miechy

Kraniofaciálna bolesť (resp. orofaciálna bolesť)

Je to bolesť lokalizovaná do oblasti tváre, ústnej dutiny a príslušných štruktúr. Prevalencia tejto bolesti v dospeljej populácii sa odhaduje približne na 20%. Zdrojom bolesti môžu byť hlavne:

- krvné cievy, nervy, dentálne štruktúry

Klasifikácia kranio-faciálnej bolesti (podľa Hapaka et al., 1994)

Podľa tejto klasifikácie sa kraniofaciálna bolesť delí do troch skupín:

1) bolesť svalovo-ligamentového pôvodu (z mäkkých tkanív)

2) bolesť nervového a cievneho pôvodu

3) dentoalveolárna bolesť

Do **prvej skupiny** patria hlavne tieto druhy bolesti:

- bolesť temporo-mandibulárneho kĺbu

- myofasciálna bolesť

- bolesť spôsobená postihnutím slinných žliaz

- atypická tvárová bolesť/idiopatická orofaciálna bolesť

- bolesť pri zápaloch sliznice ústnej dutiny
- neuralgia optického nervu
- bolesť podmienená rakovinou, postihnutím sínusov, nasofaryngu

Do **druhej skupiny** sú zaradené tieto druhy bolesti:

- neuralgia nervus trigeminus
- neuralgia nervus glossopharyngicus
- klastrová neuralgia, postherpetická neuralgia
- kraniálna arteritída
- krátkotrvajúca jednostranná neuralgiformná bolesť hlavy s nastrieknutými spojivkami a slzením

Do **dentoalveolárnej skupiny** bolestí patria:

- bolesť spôsobená poškodením dentínu
- bolesť spôsobená poškodením zubnej pulpy
- syndróm zlomeného zuba
- termálna senzitivita zubov
- atypická odontoalgia

Príčiny, mechanizmy vzniku a charakteristiky vybraných druhov oro-faciálnej bolesti

Neuralgia n. trigeminus

Ide o náhle a opakovane vznikajúcu, obyčajne jednostrannú, silnú, ale krátko trvajúcu bolesť v oblasti jednej alebo viacerých vetiev tohto nervu. Príčiny jej vzniku nie sú doteraz jednoznačne známe. K možným mechanizmom jej vzniku patrí kompresia jeho kmeňa pri edéme mozgu alebo kompresia niektorej z jeho vetiev tumorom.

Bolesť trigeminového pôvodu má **4 hlavné identifikačné charakteristiky**:

- ide o bolesť v oblasti tváre trvajúca od niekoľkých sekúnd do dvoch minút
- je distribuovaná v oblasti jednej alebo viacerých vetiev n. trigeminus
- vzniká náhle, je silná a ostrá, bodavá alebo pálivá pociťovaná v povrchových vrstvách tváre
- môže byť vyprovokovaná zo spúšťačích oblastí, alebo bežnými dennými aktivitami, ako je príjem potravy, rozprávanie, umývanie tváre alebo zubov.

Medzi paroxyzmami bolesti je pacient úplne asymptomatický, nemá žiadne neurologické defekty, pričom záchvat bolesti je stereotypný a individuálny pre každého pacienta.

Bolesť temporo-mandibulárneho kĺba (TMK)

Ide o bolesť v oblasti temporo-mandibulárneho kĺba a v blízkych mäkkých tkanivách. Ani príčiny tohto typu bolesti nie sú jednoznačne známe. Ako možné príčiny (rizikové faktory) sa

uvádzajú:

- psychogénne faktory, napr. depresia, úzkosť, psychogénne stresory
- bolesť v iných častiach tela
- ženské pohlavie
- svalová hyperreaktivita
- traumatické poškodenie kĺba (?)

K charakteristickým znakom tohto druhu bolesti patria:

- bolesť je lokalizovaná do TMK a okolitých svalov
- bolesť sa šíri aj do krku a spánkovej oblasti hlavy
- bolesť je tupá, je to skôr pobolievanie ako silná bolesť
- bolesť je dlhotrvajúca (týždne až roky), kontinuálna s možnosťou intermitentného zosilnenia po prebudení sa, a na konci dňa
- je často vyprovokovaná pohybom dolnej čeľuste (žuvanie, rozprávanie) alebo stresom a k jej ústupu vedie znehybnenie čeľustí
- rozsah otvorenia úst je limitovaný

Bolesti zubov patria v našej dospeljej populácii k bežným dôvodom, ktoré prinútiť človeka vyhľadať pomoc lekára. Je to aj najčastejšie sa vyskytujúca bolesť lokalizovaná do oro-faciálnej oblasti a jej riešenie spadá do kompetencie zubného lekára. Primárna bolesť zubov môže vyžarovať do okolitých štruktúr – do kože, pier, paranazálnych dutín, temporo-mandibulárneho kĺba a aj do zdravých zubov v blízkosti poškodeného zuba . Bolesť pociťovaná v tejto oblasti však môže mať primárny zdroj aj inde, napr. v prínosových dutinách alebo v srdci. V takomto prípade hovoríme o **vyžarujúcej bolesti** (z prínosových dutín) a o **prenesenej bolesti** (zo srdca).

Primárna bolesť zubov je väčšinou akútna a je podmienená nadmernou citlivosťou **dentínu**, **zápalom zubnej drene**, prípadne **zápalom periodontia**. V dreni zuba sa nachádzajú motorické vlákna sympatika regulujúce tonus hladkých svalov arteriol a tým aj prietok krvi v pulpe. Tu sa nachádzajú aj aferentné senzitivne nervové vlákna pochádzajúce z vetiev n. trigeminus, ktoré patria do skupiny nociceptorov citlivých na teplo, chlad a tlak. V centrálnej časti pulpy sa nachádzajú C-vlákna, vo vnútornej vrstve dentínu (v jeho kanálikoch) sa nachádzajú A-delta vlákna. Podráždenie A-delta nervových zakončení v dentíne vedie k vzniku ostrej bolesti, ktorá odznie po skončení dráždenia..

Dentínova hypersenzitivita zapríčinená zubným kazom, netesniacou výplňou, eróziou skloviny, odkrytím krčkov zubov je charakteristická okamžitým nástupom po pôsobení mechanických, termických a osmotických podnetov. Je podmienená zvýšením citlivosti A-

delta vlákien, ktoré majú zakončenia v dentíne.

Pri **zápaloch zubnej drene** (pulpy) ide o závažnejší hlboký zubný kaz. Akútna pulpitída sa prejavuje intenzívnou bolesťou a je časovo stratifikovaná – iníciaľna pulpalgia s vystreľovaním bolesti a záchvatovitým charakterom aj bez vonkajšieho podnetu, rozvinutá pulpalgia „šľahajúcou“ bolesťou propagujúcou sa do oboch čeľusti a provokovaná chladom, poklepom (a nereaguje na analgetika), ťažká pulpalgia je charakterizovaná pulzujúcou bolesťou hlavne v noci, s úľavou po výplachoch dutiny ústnej chladnou tekutinou. Pri zvýšení intenzity bolesti na teplý podnet ide už o purulentný zápal. Čím dlhšie pulpalgia trvá, tým viac má charakter neuralgie nervu trigeminu. Častý je prestup zápalu do periodontálneho komplexu. Ak patologický proces postihne centrálnu časť pulpy, môže vzniknúť bolesť tupá, difúzna, ťažko presne lokalizovateľná pretrvávajúca aj po skončení dráždenia vyššie uvedenými stimulmi. Tento typ bolesti vzniká stimuláciou C-vlákien. Pri nástupe nekrózy pulpy bolesť ustupuje.

Oro-faciálna bolesť srdcového pôvodu

Ide o mimoriadne dôležitú informáciu hlavne pre stomatológov, ku ktorým prídu na základe vlastného rozhodnutia, odporúčania blízkych alebo praktického lekára pacienti, ktorí majú „bolesti zubov“, ale tieto bolesti môžu mať skutočný pôvod nie v zuboch, ale inde v organizme. Nebezpečné pre pacienta je, ak je zdrojom tejto bolesti srdce – **ischemická choroba srdca**. V prípade, že bude stomatológ považovať túto bolesť ako nekardiogénnu a bude ju takto aj liečiť, potom to môže mať pre pacienta fatálne dôsledky. Preto musí mať stomatológ základné poznatky o **prenesenej bolesti zo srdca do oblasti zubov a tváre**.

Prenos ischemickej srdcovej bolesti do krku, dolnej čeľuste a zubov je známy už dlhú dobu, ale význam tohto fenoménu nie je stále docenený. Hlavne prenos ischemickej bolesti do zubov vedie k nesprávnej, resp. oneskorenej správnej diagnóze, čo môže znamenať ohrozenie života pacienta. Mechanizmus prenosu bolesti je vysvetlený v predchádzajúcom texte, preto o ňom netreba znova hovoriť. Treba však popísať charakteristické znaky bolesti prenesenej zo srdca do kranio-faciálnej oblasti. Sú to:

- a) kranio-faciálna prenesená bolesť je vyvolaná fyzickým stresom (fyzickou aktivitou), napr. chôdzou hore schodmi, je krátko trvajúca a jej intenzita sa zmierni až odznie vplyvom odpočinku. Ak je však príčinou bolesti akútny infarkt myokardu, tak bolesť pretrváva aj v pokoji
- b) kranio-faciálna prenesená bolesť a klasická lokalizácia ischemickej bolesti srdca sa vyskytujú súčasne asi u 40 % pacientiek
- c) kranio-faciálna prenesená bolesť ako samostatný symptóm (teda bez bolesti v typických

oblastiach) myokardiálnej ischémie alebo infarktu myokardu je takmer 10x častejšia u žien ako u mužov

d) prenesenú ischemickú bolesť srdca môže pacient pociťovať v oboch stranách tváre a zubov

e) približne u 6 % pacientov s ischémiou myokardu sa vyskytuje prenesená bolesť v kranio-faciálnej oblasti ako jediný symptóm a pacient ju môže cítiť:

- v hrdle
- v ľavej strane mandibuly
- v pravej strane mandibuly
- v uchu
- v temporo-mandibulárnom kĺbe
- v zuboch

Pri absencii bolesti na hrudníku je kranio-faciálny región najčastejším miestom, do ktorého sa ischemická bolesť srdca prenáša - 3x častejšie ako do ľavého ramena a 4x častejšie ako do epigastria a chrbta.