

Vyšetrenie citlivosti v klinickej praxi: od chumáčika vaty k moderným technológiám

M. Grofik^{1,2}

¹Neurologická klinika JLF UK a UN Martin

²Národný endokrinologický a diabetologický ústav, n. o., Ľubochňa

Súhrn

Vyšetrenie citlivosti je kľúčovým krokom pre stanovenie diagnózy polyneuropatie a následnú iniciáciu kauzálnej, patogeneticky orientovanej či symptomatickej liečby. Na základe detekcie abnormít pri vyšetrení citlivosti je možná cieleňá edukácia pacienta zameraná na prevenciu komplikácií neuropatie (protetická starostlivosť pri poruche tlakovej citlivosti, prevencia rizika popálenín a omrzlín pri poruche termickej citlivosti, prevencia pádov pri poruche vibračnej citlivosti), ktoré môžu mať zásadný vplyv na kvalitu života pacienta s polyneuropatiou. Včasné odhalenie týchto zmien je dôležité aj pre prevenciu či oddialenie ireverzibilného poškodenia nervov pri polyneuropatii (napr. prevencia syndrómu diabetickej nohy). Cieľom článku je podať prehľad aktuálne dostupných možností vyšetrenia senzitivity, využívaných dlhoročne v bežnej neurologickej praxi, a zároveň načrtnúť možnosti a výhody využitia nových technológií, založených na kvantitatívnom testovaní citlivosti pomocou moderných medicínskych prístrojov, ktoré sú presnejšie, sofistikovanejšie a časovo menej náročné, a preto majú potenciál postupne nahradiť tradičné vyšetrovacie metódy v klinickej praxi.

Kľúčové slová

polyneuropatia – diagnostika – vyšetrenie citlivosti – kvantitatívne senzitivne testovanie

Summary

Sensitivity testing in clinical practice: from a wad of cotton to modern technologies. Sensory examination represents a key step in establishing the diagnosis of polyneuropathy and the subsequent initiation of causal, pathogenetically oriented, or symptomatic treatment. Abnormalities detected during sensory testing enable targeted patient education aimed at the prevention of neuropathy-related complications, including foot care in patients with impaired pressure sensation, prevention of burns and frostbite in those with altered thermal perception, and fall prevention in patients with impaired vibration sensation. These complications may have a substantial impact on the patients' quality of life. Early detection of sensory abnormalities is also crucial for the prevention or delay of irreversible nerve damage in neuropathy, such as the development of diabetic foot syndrome. The aim of this article is to provide an overview of currently available methods for sensory examination that have long been used in routine neurological practice, while also outlining the possibilities and advantages of new technologies based on quantitative sensory testing using modern medical devices, which are more precise, more sophisticated, and less time-consuming, and therefore have the potential to gradually replace traditional examination methods in clinical practice.

Key words

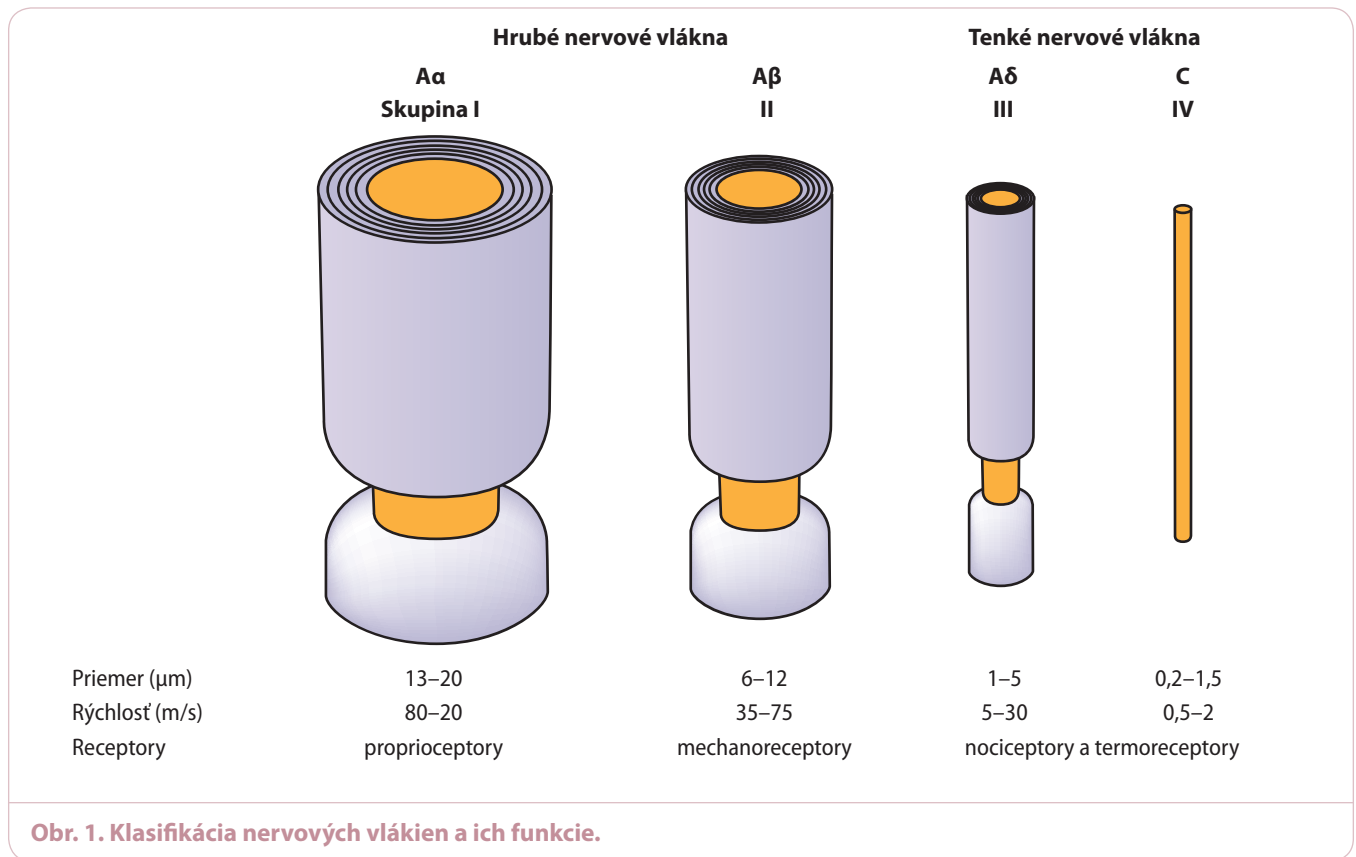
polyneuropathy – diagnosis – sensory examination – quantitative sensory testing

ÚVOD

Distálna senzitivno-motorická polyneuropatia dolných končatín je najčastejšou klinickou formou poškodenia periférneho nervového systému, pričom najčastejšou príčinou je diabeticá polyneuropatia. Polyneuropatia môže postihovať výlučne tenké nervové vlákna (tzv. tenkovláknová neuropatia, small fiber neuropathy), alebo výlučne hrubé nervové vlákna (tzv. hrubovláknová neuropatia, large fiber neuropathy), resp. dochádza k ekvivalentnému postihnutiu tenkých aj hrubých nervo-

vých vlákien. Veľakrát sa dynamika poškodenia v priebehu neuropatie mení, to znamená, že v úvodných štádiách ide výlučne o poškodenie tenkých nervových vlákien (napr. v iniciálnom štádiu diabetickej neuropatie) a s progresiou ochorenia dochádza neskôr aj k postihnutiu hrubých nervových vlákien. Zlatým štandardom diagnostiky poškodenia hrubých nervových vlákien je elektromyografia (EMG). Jej nevýhodou je, že v úvodných štádiách neuropatií je v norme, keďže EMG dominantne testuje funkciu tých najhrubších

a najrýchlejšie vedúcich vlákien, ktoré najviac odolávajú patologickému procesu a na detekciu EMG zmien je potrebné isté ich percentuálne poškodenie. Zlatým štandardom diagnostiky poškodenia tenkých nervových vlákien je kožná biopsia. Jej nevýhodou je invazívnosť vyšetrenia, a navyše v súčasnosti nie je dostupná pre klinické účely ani v Slovenskej ani v Českej republike. A tak zostáva naďalej v bežnej klinickej praxi základom diagnostiky polyneuropatie precízne klinické vyšetrenie.



Obr. 1. Klasifikácia nervových vlákien a ich funkcie.

ROZDELENIE NERVOVÝCH VLÁKIEN A MOŽNOSTI ICH VYŠETRENIA

Periférne nervy tvoria viaceré podtypy nervových vlákien, ktoré najčastejšie rozdelujeme podľa prítomnosti, event. hrúbky myelínového obalu, pričom dané podtypy majú svoje špecifické funkcie (vedenie určitého typu citlivosti), ktoré sú prehľadne zhrnuté na obr. 1. Z klinického hľadiska je najjednoduchšie rozdeliť nervové vlákna na tenké a hrubé.

Hrubé nervové vlákna

Úlohou hrubých nervových vlákien je vnímanie vibrácií, polohocitu a pohybov. Ich poškodenie sa klinicky prejaví ako ataxia, teda porucha stability postoja a chôdze, čo je zásadný prediktor pádov u pacientov s polyneuropatiou. Uvedené vlákna sú zodpovedné aj za vnímanie tlaku. Poškodenie tlakovej citlivosti je hlavnou príčinou otlakov, neuropatických ulkusov a v konečnom dôsledku aj končatinových amputácií, preto túto zložku citlivosti často označujeme aj ako pretektívnu citlivosť.

Možnosti vyšetrenia

V klinickej praxi sa stav hrubých nervových vlákien hodnotí na základe prítomnosti reflexov, hlavne reflexu Achillovej šľachy pomocou neurologického kladivka, a vyšetrením vibračnej citlivosti pomocou vibračnej ladičky, zavedenej do neurologickej praxe okolo roku 1903, event. pomocou bioteziometra. Na výbavnosť reflexov však vplyva ďalší rad modulujúcich aspektov (relaxácia pacienta, prítomnosť radikulopatie...); podobne aj vyšetrenie vibračnou ladičkou so sebou prináša celý rad možných skreslení zo strany pacienta, ako aj zo strany lekára (hlavne problematické a skutočne len orientačné odčítanie name-ranej hodnoty zo stupnice kmitajúcej ladičky). Tlaková citlivosť sa vyšetrovala už v 19. storočí, a to pomocou von Freyových vlákien z konských chvostov, ktoré v 50. rokoch 20. storočia nahradili nylonové vlákna (napr. Semmesovej-Weinsteinovým monofilamentom).

Tenké nervové vlákna

Tenké nervové vlákna sú zodpovedné za vnímanie tepla, chladu a bolesti. Ich poškodenie má za následok stratu ochrany pred tepelným či chladovým poškodením končatín, a teda

pred rizikom vzniku popálenín a omrzlín. Časťou súčasťou klinického obrazu poškodenia tenkých vlákien je aj neuropatická bolesť.

Možnosti vyšetrenia

V minulosti sa termická citlivosť vyšetrovala pomocou skúmaviek s teplou a studenou vodou, ktoré neskôr nahradilo vyšetrenie pomocou Tip-Thermu, pričom uvedené vyšetrenia boli zamerané len na detekciu rozdielu medzi teplým a studeným podnetom. Ďalšou možnosťou vyšetrenia stavu tenkých nervových vlákien je schopnosť rozlišovania medzi ostrým a tupým predmetom (pin prick sensation), čo však naráža na metodologický limit v zmysle adekvátne vyvinutej sily tlaku zo strany vyšetrojúceho. Ešte problematickejšie je posúdenie algickej citlivosti (ostrý predmet, event. Neurotip), ktorá podlieha výraznej individuálnej variabilite, a rovnako aj tu je metodologickou limitáciou vyvinutá sila tlaku ostreho podnetu zo strany vyšetrojúceho. Ďalšou možnosťou vyšetrenia funkcie tenkých nervových vlákien, konkrétne autonómnych sudomotorických nervových vlákien, je použitie Neurotestu. Náplasti Neurotestu sa lepia na

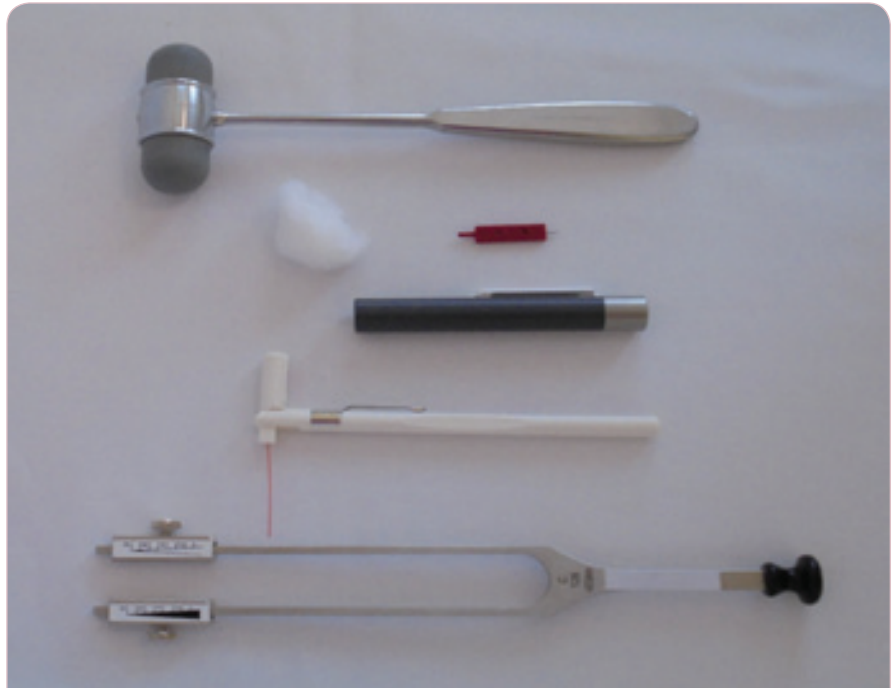
planty oboch nôh a po 10 minútach by malo dôjsť k zmene farby náplasti z modrej na ružovú. Pri sudomotorickej dysfunkcii k zmene farby nedochádza.

Prehľad inštrumentária potrebného na vyšetrenie polyneuropatie je na obr. 2.

NOVÉ MOŽNOSTI SOFISTIKOVANEJŠIEHO A RÝCHLEJŠIEHO VYŠETRENIA SENZITIVITY

S cieľom odstrániť vyššie uvedené limitácie vyšetrenia citlivosti a vykonať ho presnejšie a sofistikovanejšie bolo vyvinutých viacero prístrojov, ako je napr. Medoc, CASE IV a NerveCheck, založených na kvantitatívnom senzitivnom testovaní (QST – quantitative sensory testing). Väčšina týchto prístrojov sa však v bežnej klinickej praxi neujala (finančná náročnosť, veľkosť prístroja, technická a časová náročnosť vyšetrenia), a preto sa výrobcovia dnes sústreďujú na vývoj prístrojov, ktoré by boli cenovo dostupné, malé, prenosné a technicky jednoduché pre konečného užívateľa. Jedným z nich je prístroj VIBRASENSE+T od spoločnosti Ayaji Devices (indická MedTech startupová spoločnosť zameraná na vývoj inovatívnych zariadení pre skrining diabetickej neuropatie s certifikáciou ISO 13485, spĺňajúcou medzinárodné normy kvality pri vývoji a výrobe zdravotníckych zariadení). Je to ručný, prenosný bioteziometer (prístroj na vyšetrenie vibračnej citlivosti – „Vibrasense“) doplnený o možnosť vyšetrenia termickej citlivosti („+T“). Presne kvantifikuje prah vnímania vibrácií (vibračný detekčný prah, VDT), tepla (WDT – warm detection threshold), chladu (CDT – cold detection threshold), ako aj prah bolestivého vnímania tepla (WPT – warm pain threshold) a chladu (CPT – cold pain threshold), a to pomocou jedinej sondy. VIBRASENSE+T (obr. 3) umožňuje na rozdiel od relatívne rozšírených bioteziometrov posúdiť funkciu nielen hrubých myelinizovaných vlákien (A β vlákna) zodpovedných za vibračnú a tlakovú citlivosť, ale aj tenkých nervových vlákien (slabomyelinizované A δ vlákna a nemyelinizované C vlákna), zodpovedných za termickú a algickú citlivosť. Prístroj na Slovensku využíva Národný endokrinologický a diabetologický ústav v Ľubochni.

Metodologické aspekty vyšetrenia, vrátane odporúčaných noriem, sú súčasťou prílohy 1. Vychádzajú z DFNS (po nemecky Deut-



Obr. 2. Inštrumentárium potrebné na diagnostiku polyneuropatie.



Obr. 3. Prístroj VIBRASENSE+T

scher Forschungsverbund Neuropathischer Schmerz, po anglicky German Research Network on Neuropathic Pain) [1,2]. Odporúčania DFNS predstavujú zlatý štandard QST v Európe, majú štandardizovanú metódu merania a veľkú normatívnu databázu. QST má dnes postavenie validovaného pomocného testu, určeného najmä pre skrining a diagnostiku tenkovláknovej neuropatie a pre skrining a skorú diagnostiku diabetickej neu-

ropatie. QST zahrnuté v odporúčaní medzinárodných organizácií zameraných na diagnostiku neuropatií (napr. Toronto consensus, DFNS – German Research Network on Neuropathic Pain, NeuPSIG – Neuropathic Pain Special Interest Group (IASP)) [3–5].

ZÁVER

Klinická diagnostika polyneuropatie je v súčasnosti založená na klinickom vyšetrení, pričom

základným aspektom je precízne vyšetrenie citlivosti. Súčasné metódy vyšetrenia citlivosti sú časovo aj metodologicky náročné. Situácia sa môže zásadne zmeniť využívaním prístrojov založených na QST, ktoré sú podstatne sofistikovanejšie, metodologicky jednoduchšie a zároveň časovo úspornejšie, čo sú zásadné predpoklady pre ich úspešné zavedenie do rutínnej praxe. Sú ideálne pre skrining, diagnostiku a monitoring priebehu a liečby neuropatií. Veľkou výhodou je aj možnosť detekcie abnormít už v štádiu subklinického poškodenia, a tým prevencie ireverzibilného poškodenia nervov pri neuropatii.

Súčasťou článku je príloha 2, kde je návod pre lekárov pri stanovení diagnózy diabetickej polyneuropatie, ktorý bol pôvodne publikovaný v časopise *Súčasná klinická prax* v roku 2023 [6]. Jeho úprava spočíva v doplnení infor-

mácie o možnosti vyšetrenia citlivosti na báze kvantitatívneho vyšetrenia citlivosti modernými prístrojmi.

Literatúra

1. Rolke R, Baron R, Maier C et al. Quantitative sensory testing in the German research network on neuropathic pain (DFNS): standardized protocol and reference values. *Pain* 2006; 123(3): 231–243. doi: 10.1016/j.pain.2006.01.041.
2. Magerl W, Krumova EK, Baron R et al. Reference data for quantitative sensory testing (QST): refined stratification for age and a novel method for statistical comparison of group data. *Pain* 2010; 151(3): 598–605. doi: 10.1016/j.pain.2010.07.026.
3. Backonja MM, Attal N, Baron R et al. Value of quantitative sensory testing in neurological and pain disorders: NeuPSIG consensus. *Pain* 2013; 154(9): 1807–1819. doi: 10.1016/j.pain.2013.05.047.
4. Dyck PJ, Albers JW, Andersen H et al. Diabetic polyneuropathies: update on research defini-

tion, diagnostic criteria and estimation of severity. *Diabetes Metab Res Rev* 2011; 27(7): 620–628. doi: 10.1002/dmrr.1226.

5. Cruccu G, Sommer C, Anand P et al. EFNS guidelines on neuropathic pain assessment: revised 2009. *Eur J Neurol* 2010; 17(8): 1010–1018. doi: 10.1111/j.1468-1331.2010.02969.x.

6. Grofik M. Klinické stanovenie diagnózy diabetickej polyneuropatie. *Súč Klin Pr* 2023; 1: 40–43.

Autor článku nedeklaroval konflikt záujmov s výnimkou nasledujúcich skutočností: prednášajúci pre spoločnosť Wörwag Pharma Slovensko, s.r.o.

doc. MUDr. Milan Grofik, PhD.

Neurologická klinika
JLF UK a UN Martin
milangrofik@gmail.com

Príloha 1. Metodologické aspekty vyšetrenia citlivosti prístrojom VIBRASENSE+T.

Miesto vyšetrenia: dorzálna plocha chodidla (inervácia z n. peroneus superficialis, dermatóm L5) – ideálne 3 merania, výsledok je priemer týchto 3 meraní (toto je odporúčané aj pri vyšetrení citlivosti rôznymi vyššie spomínanými pomôckami). V prípade radikulopatie L5 vyšetruvať len dolnú končatinu, ktorá nie je postihnutá radikulopatiou. Výhodou tejto lokality je, že ide o distálnu časť chodidla, keďže ide o length-dependentnú neuropatiu s maximom zmien distálne. Koža planty nie je vhodná na vyšetrenie, lebo je hrubá a keratinizovaná, s veľkým množstvom mechanoreceptorov. Vibrácie, teplo a chlad sa tu šíria odlišne a je tu aj vyššia variabilita výsledkov.

Technické detaily: východiskový bod pre VDT je 8, východiskový bod pre ostatné parametre je 32 °C, pričom rýchlosť zmeny teploty je 1 °C/s.

Inštrukcie pre pacienta:

Vibračný detekčný prah (VDT): „Povedzte *teraz*, keď prvýkrát pocítite vibrácie.“

Chladový detekčný prah (CDT): „Povedzte *teraz*, keď prvýkrát pocítite chlad.“

Tepelný detekčný prah (WDT): „Povedzte *teraz*, keď prvýkrát pocítite teplo.“

Chladový bolestivý prah (CPT): „Povedzte *stop* v momente, keď chlad prestane byť len chladom a začne byť bolestivý, bodavý alebo nepríjemne studený.“

Tepelný bolestivý prah (HPT): „Povedzte *stop* alebo *teraz* hneď, ako pocítite, že teplo sa zmenilo na bolesť, pálenie alebo nepríjemný bolestivý pocit.“

Tabuľka noriem – MUŽI

Vek (roky)	VDT (µm)	WDT (°C)	HPT (°C)	CDT (°C)	CPT (°C)
do 60	8–10	34–38	44–47	28–32	15–19
60–70	10–12	35–39	44–48	27–31	15–20
70–80	12–15	35–40	44–49	26–30	15–21
nad 80	14–16	36–41	44–50	25–29	15–22

Tabuľka noriem – ŽENY

Vek (roky)	VDT (µm)	WDT (°C)	HPT (°C)	CDT (°C)	CPT (°C)
do 60	7–9	34–37	44–46	28–31	15–19
60–70	9–11	35–38	44–47	27–30	15–20
70–80	11–14	35–39	44–48	26–29	15–21
nad 80	13–15	36–40	44–49	25–28	15–22

Vysvetlivky a patofyziologické poznámky: VDT – vibračný detekčný prah (Aβ vlákna); CDT – cold detection threshold (nenocicetívne Aδ vlákna); WDT – warm detection threshold (nenocicetívne C vlákna); CPT – cold pain threshold (dominantne nocicetívne Aδ + parciálne C vlákna); HPT – heat pain threshold (dominantne C a parciálne nocicetívne Aδ vlákna).

Interpretácia výsledkov

Pri poškodení nervových vlákien (polyneuropatia) sú zvýšené prahy detekcie (vnímania) vibrácií, tepla a chladu ako dôsledok hypostézie. Pri prahoch tepelnej a chladovej bolesti môže byť zvýšenie bolestivých prahov v dôsledku hypoalgézie (poškodenie nocicetívnych vlákien), ale aj zníženie prahov v dôsledku hyperalgézie (pri periférnej alebo centrálnej senzitivizácii), event. alodýnie.

Odporúčenie pre klinickú prax

Za ideálne možno považovať realizáciu vyšetrenia všetkých parametrov (tzv. rozšírený protokol) a následne podľa výsledkov vyšetrenia aj pacienta informovať o výsledkoch a edukovať ho o rizikách vyplývajúcich zo zistených vyšetrení. Pri poruche vibračnej citlivosti je to posturálna nestabilita s rizikom pádov a nutnosť protektívnej starostlivosti pre riziko otlakov. Pri poruche termickej a algickej citlivosti je to riziko termického poškodenia chodidla (omrzliny a popáleniny).

Rozšírený protokol:

- vyšetruvať na oboch chodidlách;
- vyšetriť všetky prahy citlivosti (VDT, WDT, CDT, HPT, CPT);
- urobiť priemer 3 meraní z každého vyšetrenia.

Skrátený protokol:

- vyšetriť jedno chodidlo (ide typicky o symetrické poškodenie, je preto odôvodnený predpoklad záchytu polyneuropatických zmien aj pri vyšetrení jednej končatiny);
- určiť vibračný detekčný prah VDT (hrubé vlákna) a tepelný detekčný prah WDT (tenké vlákna), keďže práve abnormality VDT a WDT sa objavujú už v subklinických štádiách polyneuropatií;
- urobiť priemer 3 meraní.

Skrátenú verziu protokolu je možné využiť v rámci orientačného skríningu polyneuropatie a v prípade detekcie nejakej abnormality ho rozšíriť na celý protokol.

Príloha 2. Metodologické aspekty vyšetrenia citlivosti prístrojom VIBRASENSE+T.

STANOVENIE KLINICKEJ DIAGNÓZY DPN

Podmienky vyšetrenia:

1. Pacient nesmie zrakovo kontrolovať jednotlivé spôsoby vyšetrenia na nohách (t. j.: zatvorené oči, alebo poloha v ľahu s pohľadom mimo vyšetrovanú oblasť).

2. Pacient musí byť pred vyšetrením každého typu citlivosti oboznámený o spôsobe vyšetrenia a má mu byť demonštrovaný na ruke, aby vedel, aký podnet má očakávať.

3. Citlivosť nevyšetrujeme na miestach s porušenou integritou kože, na miestach s hyperkeratózami či ulceráciami. V tomto prípade zvolíme iné, ľubovoľné miesto vyšetrenia.

Vyšetrenie tenkých nervových vlákien

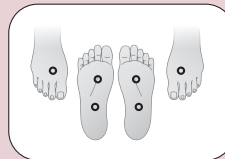
1. Vyšetrenie termickej citlivosti (napr. Tip-Thermom)

Popis:

Tip-Therm sa prikladá na chodidlo striedavo kovovým a plastovým koncom valčeka v náhodnom poradí. Dôležité je, aby kontakt valčeka s kožou bol minimálne 3 sekundy. Pri vyšetrení sú aplikované 3 série párovej aplikácie teplého a chladného podnetu na jednu končatinu. Druhou možnosťou je prístrojové vyšetrenie prahu termickej a chladovej citlivosti (metodika a normy sú súčasťou prístrojovej dokumentácie).

Patologický nález:

Nesprávne určenie dvoch z troch aplikovaných sérií na jednej končatine.



Porucha citlivosti:

prítomná
 neprítomná

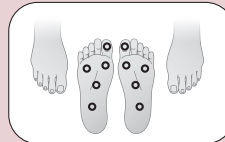
2. Vyšetrenie algickej citlivosti (napr. Neurotipom)

Popis:

Špeciálna pomôcka (napr. Neurotip), ktorá má na jednom konci ostré kovové zakončenie a na druhom tupé plastové, sa prikladá na 5 miest jedného chodidla v náhodnom slede ostrých a tupých podnetov. Pacient má rozlíšiť tupý vnem od ostrého bolestivého podnetu. Celkovo sa vyšetří 10 miest na oboch chodidlách. Druhou možnosťou je prístrojové vyšetrenie prahu algickej citlivosti (metodika a normy sú súčasťou prístrojovej dokumentácie).

Patologický nález:

6 a menej správnych odpovedí.



Porucha citlivosti:

prítomná
 neprítomná

Vyšetrenie hrubých nervových vlákien

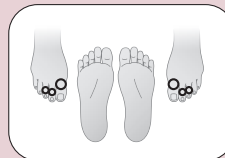
3. Vyšetrenie vibračnej citlivosti (kalibrovanou ladičkou alebo bioteziometrom)

Popis:

Rozkmitaná ladička sa prikladá na 3 miesta z dorzálny strany chodidla. Odčíta sa hodnota na 8-stupňovej škále, hneď ako pacient prestane vnímať vibrácie. Výsledná hodnota je priemerom meraní na 3 miestach na jednom chodidle. Druhou možnosťou je vyšetrenie prahu vibračnej citlivosti bioteziometrom (metodika a normy sú súčasťou prístrojovej dokumentácie).

Patologický nález:

do 50 rokov: menej ako 5/8
60–74 rokov: menej ako 4/8
nad 75 rokov: menej ako 3,5/8



Porucha citlivosti:

prítomná
 neprítomná

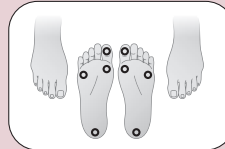
4. Vyšetrenie tlakovej citlivosti monofilamentom (10g)

Popis:

Monofilamentum se prikladá na kožu chodidla tak, aby došlo k jeho rýchlemu prehnutiu v trvaní asi dvoch sekúnd. Vyšetrujú sa obe nohy na 4 miestach plantárnej plochy, čiže celkovo 8 miest.

Patologický nález:

Jeden a viac necitlivých bodov.



Porucha citlivosti:

prítomná
 neprítomná

Subjektívne ťažkosti:

prítomné neprítomné

Záver

Klinická diagnóza distálnej diabetickej polyneuropatie:

- 1. subjektívne ťažkosti + minimálne 1 porucha citlivosti
- 2. bez subjektívnych ťažkostí + minimálne 2 poruchy citlivosti

prítomná
 neprítomná