Jehlová elektromyografie

doc. MUDr. Edvard Ehler, CSc., FEAN

Neurologická klinika FZS Univerzity Pardubice a PKN, Pardubice

Při vyšetření svalu jehlovou EMG elektrodou se nejprve hodnotí spontánní aktivita – fibrilace, pozitivní ostré vlny, fascikulace, myotonické výboje a další. Tato patologická klidová aktivita může být charakteristická pro určitý typ postižení. Následuje vyšetření volní aktivity s hodnocením akčních potenciálů motorických jednotek (MUP). Je nezbytné zhodnotit nejen tvar MUP (amplitudu, trvání, počet fází), ale také stabilitu, nábor, frekvenci pálení, interferenční křivku. Jehlová EMG zodpoví mnoho logických otázek klinika, avšak má také svá omezení, o kterých má klinik vědět.

Klíčová slova: jehlová elektroda, fibrilace, pozitivní ostré vlny, myotonické výboje, potenciály motorických jednotek.

Needle electromyography

During the investigation of muscle with EMG electrode the spontaneous activity is evaluated at first – fibrillations, positive sharp waves, fasciculations, myotonic discharges etc. This pathological activity at rest may be characteristic for certain types of disorders. The investigation of voluntary activity with evaluation of motor unit action potentials (MUP) follows. There is necessary to assess not only a form of MUP (amplitude, duration, number of phases), but also their stability, recruitment, firing rate, interference curve. A needle EMG owns a potential to respond to many logical questions of a clinician, but it has also its restrictions, that clinician should have knowledge of.

Key words: a needle electrode, fibrillation, positive sharp waves, myotonic discharges, motor unit action potentials.

Pomocí jehlové EMG elektrody je možno registrovat jak spontánní aktivitu, tak rovněž potenciály motorických jednotek (MUP) při aktivaci. Jehlové elektrody lze rozdělit na bipolární (na hrotě jehly jsou dva póly – u nás koncentrická bipolární elektroda), unipolární a pak speciální elektrody (např. pro single fibre EMG s bočním portem či makroelektroda). Významná je plocha registrační elektrody na hrotu jehly, na jejímž podkladě se pak odvozuje i registrační area (kapkovitého tvaru). Registrace potenciálů se děje asi do 0,5–1 mm v okolí hrotu koncentrické jehlové elektrody.

Pacient je poslán k EMG vyšetření (a jehlové EMG) s určitou otázkou, klinickým podezřením. Lékař elektromyografista se nejprve krátce zeptá na anamnestické údaje, cíleně nemocného vyšetří a vytvoří si plán EMG vyšetření. V první fázi je nezbytné vyšetřit motorická a senzitivní vlákna – kondukční studie. Elektromyografista

dále rozhodne, které svaly mohou být postiženy patologickým procesem, které z těchto svalů vyšetří jehlovou elektrodou. Dále určí klinicky nepostižené svaly a ty mohou být využity pro diferenciální diagnostiku. Je velmi žádoucí, aby vybrané svaly byly dobře palpačně hmatné a pokud možno povrchově uložené. U nemocných léčených antikoagulanty se v současné době doporučuje pouze určitá opatrnost – vyšetřit jehlovou elektrodou povrchní svaly, použít pouze malý počet vpichů. Opatrnost je třeba při vyšetření hluboko uložených svalů (psoas, paraspinnální svaly) (Vlčková et Bednařík, 2017). Lékař nemocnému postup vyšetření vysvětlí a při jehlové EMG používá vždy rukavice.

Jehlová EMG začíná sledováním klidové aktivity a v další fázi lékař hodnotí volní aktivitu – MUP, a to včetně náboru. Registrace abnormní spontánní aktivity je často tou nejdůležitější informací získanou při EMG vyšetření. Distribuce

spontánní aktivity ohraničí neuroanatomickou lokalizaci léze. Fibrilace ohraničené na svaly inervované jedním kořenem mohou potvrdit anatomickou lokalizaci – např. radikulopatii. Typ abnormní spontánní aktivity může být projevem specifické poruchy. Tak nález myotonických výbojů svědčí buď pro myotonii – dystrofickou či nedystrofickou (m. congenita). Myotonické výboje se však také mohou vyskytnout u několika dalších myopatií, případně u hyperkalemické periodické paralýzy, u Pompeho choroby. Stupeň spontánní aktivity může definovat tíži poruchy – hodnocení četnosti lze fibrilací/pozitivních vln kvantifikovat – jako 1.–4. stupně. Přítomnost fibrilací a pozitivních ostrých vln může přispět ke stanovení časového průběhu léze. Tak u radikulopatie musí nejprve uplynout několik týdnů, než se objeví fibrilace a pozitivní vlny (závisí na vzdálenosti svalu od léze). Běžné typy spontánní aktivity uvádí tabulka 1.

KORESPONDENČNÍ ADRESA AUTORA:

doc. MUDr. Edvard Ehler, CSc., FEAN, edvard.ehler@nempk.cz

Neurologická klinika FZS Univerzity Pardubice a PKN, Kyjevská 44, 532 03 Pardubice

Cit. zkr: Neurol. praxi 2020; 21(4): 261–263

Článek přijat redakcí: 26. 12. 2019

Článek přijat k publikaci: 24. 2. 2020

Tab. 1. Spontánní aktivita (Preston et Shapiro, 2013)

Typ potenciálu	Generátor	Firing rate	Vzorec
Ploténkový šum	Miniaturní ploténkové potenciály	20–40 Hz	Nepravidelné výboje
Ploténkové potenciály	Svalové vlákno inervované terminální axonální větví	5–50 Hz	Nepravidelné potenciály
Fibrilace	Svalová vlákna	0,5–10 Hz	Pravidelný. Krátké, bifázické, iniciálně pozitivní potenciály.
Pozitivní ostré vlny	Svalová vlákna	0,5–10 Hz	Pravidelný. Bifázické, iniciálně pozitivní, s pomalým návratem
Myotonické výboje	Svalová vlákna	20–150 Hz, klesající a stoupající frekvence	Krátké hroty, iniciálně pozitivní, klesající a stoupající amplituda
Komplexní repetitivní výboje	Několik svalových vláken	5–100 Hz	Přesně pravidelný rytmus stejných polyfázických potenciálů
Fascikulace	Motorická jednotka (neuron až axon)	Nízký (0,1–10 Hz)	Jasně nepravidelný
Dublety, triplety	Motorická jednotka (neuron až axon)	Variabilní (1–50 Hz)	Skupinky výbojů stejných MUP
Myokymie	Motorická jednotka (neuron až axon)	1–5 Hz (interburst) 5–60 Hz (intra-burst)	Výboje stejných individuálních MUP
Krampy	Motorická jednotka (neuron až axon)	Vysoký (20–150 Hz)	Interferenční vzorec tvořený 1 i více MUP
Neuromyotonie	Motorická jednotka (neuron až axon)	Velmi vysoký (150–250 Hz)	Klesající frekvence v průběhu výboje

Tab. 2. Hlavní skupiny poruch s indikací jehlové EMG

Neurogenní změny	Myogenní změny
Traumatické léze periferních nervů	Svalové dystrofie
Radikulopatie (motorické), léze plexu	Myalgie
Polyneuropatie (zejména s rozvojem atrofí svalů akčně, včetně autoimunitních)	Zánětlivé myopatie
Úžinnové syndromy s přítomnou atrofií svalů	Laboratorní změny (hyperCKémie)
Poruchy respiračních svalů (bránice, intercostales)	
V rámci diferenciální diagnostiky	
Dystonie, stiff-person-syndrome, neuromyotonie	
Motor neuron disease – ALS (v současnosti dle Awaji-Shima kritérií je zvýšena důležitost EMG)	

Po zhodnocení patologické spontánní aktivity vyzveme nemocného, aby postupně aktivoval vyšetřovaný sval. Hodnotí se postupný nárůst četnosti MUP – od jednotlivých potenciálů, při frekvenci 5 Hz se zapojí další jednotka, až se postupně zapojí všechny jednotky a u zdravého svalu dosáhneme plnou interferenční křivku. Úkolem elektromyografisty je zhodnotit MUP – trvání, amplitudu, počet fází, turns, stabilitu MUP, firing rate, případnou únavnost. Pro každý sval (a věk, pohlaví) jsou dány normy parametrů MUP. Nejprve a nejčastěji hodnotí elektromyografista MUP zrakem i sluchem. Teprve pro hodnocení souboru MUP se používají různé programy a v současné době se nejčastěji používá program MultiMUP, kdy pátráme po MUP, které se výrazně odchyli od normy – tzv. outliers (Stalberg). V případě neurogenních změn (např. kolaterální reinnervace) jsou potenciály vyšší (> 2,5 mV), delší

(> 17 ms) a často polyfázické (4 a více fází má více než 20% MUP). Myogenní změny jsou charakterizovány nižší amplitudou (< 200 uV), kratším trváním (< 6 ms). Zčásti bývají MUP u myopatií bifázické, ale poměrně často bývají také polyfázické. U chronických myogenních změn mohou být MUP polyfázické a s vysokou amplitudou (reinnervací). Při kontrakci dochází rychle k plné interferenci a přitom se dosáhne jen nízké svalové síly.

Indikacemi pro jehlovou EMG jsou poruchy inervace svalu – traumatické léze nervu, degenerativní změny motoneuronu, zánětlivé změny nervů či míchy, léze periferních nervů s výskytem atrofí svalů a parézou, přítomnost patologické aktivity svalů – křeče, fascikulace, myokymie, hypertonie nejasného typu a původu, a další. Podezření na myogenní poruchu připadá při oslabení svalů, při typické distribuci paréz, hypotrofií či pseudohypertrofií.

Indikace jehlové EMG

Pro přínos jehlové EMG při řešení neuro-muskulárních onemocnění však existují limity. Patologická spontánní aktivita se vyskytuje pouze v omezeném okruhu svalu a při jehlové EMG se tato část nemusí zastihnout. Stejně tak neurogenní či myogenní změny MUP nemusí být jehlovou EMG zastíženy (tabulka 2).

Typickým omylem či záměnou bývá hodnocení spontánní patologické aktivity – tak myotonické výboje mohou být zaměněny za komplexní repetitivní výboje. U chronických myogenních poruch (např. myozitida s inkluzními tělísky – IBM) jsou v části svalu přítomny i vysoké MUP, které mohou být považovány za neurogenní MUP. V diferenciální diagnostice hypertonie je možno zaměnit dystonie, spasticitu, kontinuální aktivitu při stiff-person syndromu.

A. Které otázky mají logickou strukturu a jsou cílené pro indikaci jehlové EMG

S odstupem tří týdnů od úrazu se suspekt-ním poraněním nervu – došlo k přerušení axonů motorických vláken?

Při výskytu atrofie svalů s fascikulacemi – jedná se o lézi periferního motoneuronu? A splňuje nemocný kritéria pro ALS (dle Awaji-shima)?

U nemocného s postupným rozvojem slabosti a atrofií svalů v proximální distribuci – Jedná se o myogenní změny? Je přítomna rovněž spontánní abnormní aktivita?

B. Otázky, které nemají logickou strukturu a jejich autor nemá představu, na co jehlová EMG nemůže odpovědět

Krátce po úrazu (pět dnů) – Byla přerušena motorická vlákna nervu?

Za dva měsíce po řezném poranění předloktí s přerušením n. ulnaris a akutní suturou nervu. Dochází již k reinnervaci svalů hypotenaru?

U nemocných s blokem krční páteře a vyzařováním algí a parestézií do LHK. Které kořeny jsou u této osoby postiženy a do jaké míry (procenta)?

U nemocného s čistě senzitivní distální polyneuropatií. Prosím o kvantifikaci postižení motorických vláken a stanovení prognózy.

C. Ve kterých situacích může jehlová EMG selhávat

Prvé týdny (2–3) po poranění nervu. Není přítomna abnormní spontánní aktivita, není pří-

tomna volní aktivita, při kondukčních studiích motorických vláken nebyla získána odpověď. Nelze spolehlivě diagnostikovat axonální lézi – přerušení nervu.

U disperzních změn nemusí elektromyografista vyšetřit tu část svalu, kde již změny jsou přítomny (ALS). Při vyšetření jehlovou EMG je nutno vyšetřit více míst svalu (dle literatury 10, přitom 2–3 × změnit umístění jehly – průnik kůží).

U myopatií se nepodařilo vyšetřit sval s rozvinutými změnami MUP či spontánní aktivitou – zde je logickým řešením MRI svalů.

Pacient není schopen aktivovat vyšetřovaný sval – pro bolest, nespolehlivost, psychické změny. Důležitou informací je pak přítomnost či nepřítomnost spontánní aktivity a další informaci je nutno odečíst z motorické neurografie – zejména amplituda/plocha CMAP.

LITERATURA

1. Amato AA, Russel JA. Neuromuscular disorders. New York: McGraw Hill, 2008.
2. Ambler Z. Poruchy periferních nervů. Praha: Triton, 2013.

D. Konkrétní modelové situace – logické otázky

Traumatická léze periferního nervu. Po odstupu více než tří týdnů – došlo k lézi motorických vláken (částečné – totální)? Po mnoha měsících (růst axonu 1 mm/den) – došlo již k reinervaci? Je přítomna volní aktivita ve svalu?

Traumatické léze plexu. S odstupem tří týdnů od úrazu – Došlo k lézi motorických vláken? V jakém rozsahu? – Vzhledem ke specifické problematice je logické se zeptat v EMG laboratoři, která se dlouhodobě aktivně účastní na hodnocení a monitorování výsledků – spolupráce s neurochirurgickým pracovištěm zaměřeným na řešení traumat plexu.

Motorická či smíšená polyneuropatie. Jedná se o progredující lézi motorických vláken? Je distribuce paréz a EMG změn závislá na délce nervových vláken? Jsou přítomny fibrilace? Kolik MUP je v recepčním areálu jehlové elektrody? Jsou MUP stabilní? Jaká je velikost MUP?

HyperCKémie. Jedná se neurogenní či myogenní změny MUP? Jsou také přítomny myotonické výboje?

Svalová dystrofie – myotonická dystrofie II. Jsou přítomny myogenní změny MUP? Je prokázána abnormní spontánní aktivita? Je rychlý nábor? Je změna firing rate?

Závěr

Pro klinika je velmi důležité znát možnosti i limity jehlové EMG. Velmi důležité je vycházet ze znalosti fyziologie a patologie nervového systému a svalů. Každé EMG vyšetření začíná kondukčními studiemi motorických a senzitivních vláken. Vyšetření jehlovou EMG se skládá z klidového záznamu (spontánní aktivity) a z vyhodnocení parametrů kontrakce. Na podkladě těchto znalostí je možno položit logický dotaz a obdržet logickou odpověď s požadovanou informací.

3. Michell AW. Understanding EMG. Oxford: University Press, 2013.
4. Preston DC, Shapiro BE. Electromyography and neuromuscular disorders. London: Elsevier Saunders, 2013.

5. Vlčková E, Bednařík J. Současný pohled na kontraindikace a komplikace elektromyografie. Ces Slov Neurol N 2017; 80/113(1): 43–48.