proLékaře.cz | 25.8.2025

Současný pohled na kontraindikace a komplikace elektromyografie

Current Perception of Contraindications and Complications of Nerve Conduction Studies and Needle Electromyography

Souhrn

Cílem práce je poskytnout přehled současných poznatků a doporučení vztahujících se k nejčastěji tradovaným kontraindikacím elektromyografie (EMG), tedy implantovanému kardiostimulátoru/defibrilátoru či užívání chronické antikoagulační nebo antiagregační terapie, a komplikacím EMG (infekce, pneumotorax, kompartment syndrom, poranění periferního nervu). Z publikovaných studií vyplývá, že u pacientů s implantovaným kardiostimulátorem/defibrilátorem lze bez problémů provádět běžnou i repetitivní elektrickou stimulaci periferních nervů. Je však vhodné vyhnout se místům v blízkosti těchto zařízení, a to s ohledem na možnou interferenci s jejich funkcí. Antikoagulační ani antiagregační terapie nepředstavuje dle provedených studií systematicky zvýšené riziko rozvoje klinicky významných intramuskulárních krvácení. Hematomy, detekované v návaznosti na jehlovou EMG, jsou většinou velmi drobné (několik milimetrů) a klinicky asymptomatické. Symptomatická a asymptomatická krvácení se po provedené jehlové EMG mohou vyskytovat i bez souvislosti s medikací, interferující s krevní srážlivostí. Jsou však obecně málo časté a jehlová EMG je považována za bezpečnou vyšetřovací metodu. Vysazení terapie ovlivňující srážení krve z důvodů EMG vyšetření představuje pro pacienta jednoznačně vyšší riziko než provedení jehlové EMG u pacienta při trvající antikoagulační/antiagregační terapii. Ostatní výše jmenované komplikace EMG jsou raritní, je však nutno počítat s možností jejich rozvoje a maximalizovat technická a hygienicko-epidemiologická opatření k zábraně jejich vzniku a uvážlivě indikovat EMG vyšetření.

Abstract

Clinical electromyography (EMG) is a key diagnostic tool in many neuromuscular diseases. Despite this, many laboratories do not perform nerve conduction studies (NCS) in patients with a pacemaker or implantable cardioverter-defibrillator. Furthermore, some labs do not perform needle EMG or at least do not examine some of the higher risk muscle groups in patients on anticoagulant or even antiplatelet therapy. In rare cases, EMG examination may also be complicated by leakage, transmission of infectious diseases, pneumothorax, compartment syndrome, or a peripheral nerve lesion. The aim of this study was to summarize current knowledge and recommendations related to these limitations and complications of EMG examination. According to published studies, common as well as repetitive electrical peripheral nerve stimulation can be performed in patients with pacemaker/defibrillator. Stimulation in close proximity to pacemaker/defibrillator should be avoided to prevent electromagnetic interference with their function. No increased systemic risk of clinically significant intramuscular haemorrhage was found in patients on an anticoagulant or antiplatelet therapy. Intramuscular hematomas resulting from needle EMG are usually very small (several millimetres) and clinically asymptomatic. Symptomatic and asymptomatic haemorrhages following needle EMG can occur without any relation to anticoagulant/antiplatelet therapy. However, they are generally rare and needle EMG is considered to be a safe diagnostic tool. In patients taking anticoagulation medication, thrombotic risk of discontinuing anticoagulation prior to EMG outweighs the risks associated with needle examination while on anticoagulation. All other EMG complications listed above are very rare but relevant. Therefore, it should always be carefully considered whether EMG examination is indicated. General technical and hygienic-epidemiological recommendations for EMG examination should be strictly followed to minimise the incidence of complications.

Práce byla podpořena projektem institucionální podpory FN Brno MZ ČR – RVO (FNBr – 65269705) a projektem specifického výzkumu č. MUNI/A/1072/2015 z programu podpory studentských projektů na Masarykově univerzitě.

Autoři deklarují, že v souvislosti s předmětem studie nemají žádné komerční zájmy.
The authors declare they have no potential conflicts of interest concerning drugs, products, or services used in the study.
Redakční rada potvrzuje, že rukopis práce splnil ICMJE kritéria pro publikace zasílané do biomedicínských časopisů.
The Editorial Board declares that the manuscript met the ICMJE "uniform requirements" for biomedical papers.

E. Vlčková, J. Bednařík

Neurologická klinika LF MU a FN Brno

MUDr. Eva Vlčková, Ph.D.
Neurologická klinika
LF MU a FN Brno
Jihlavská 20
625 00 Brno
e-mail: evlckova@email.cz

Přijato k recenzi: 17. 5. 2016
Přijato do tisku: 8. 8. 2016

Klíčová slova

elektromyografie – kardiostimulátor – defibrilátor – elektrická stimulace – warfarin – antikoagulační terapie – antiagregační terapie – krvácení – infekce – pneumotorax

Key words

electromyography – artificial pacemaker – implantable defibrillators – electric stimulation – warfarin – anticoagulant agents – antiplatelet agents – haemorrhage – infection – pneumothorax

proLékaře.cz | 25.8.2025

Úvod

Klinická elektromyografie (EMG) je jednou ze základních diagnostických metod u neuromuskulárních onemocnění. Navzdory nezpochybnitelnému diagnostickému přínosu a mnohdy omezené zastupitelnosti jinými metodami není vyšetření (nebo některá z jeho částí) v řadě elektrofyziologických laboratoří prováděno u jedinců s implantovaným kardiostimulátorem/defibrilátorem a/nebo u pacientů užívajících chronickou antikoagulační či antiagregační terapii [1–4]. Tato omezení vycházejí většinou z dlouhodobé tradice příslušné laboratoře, ale nejsou založena na formálních doporučeních a často nejsou podpořena ani výsledky systematických studií.

EMG vyšetření představuje také riziko pro rozvoj řady dalších komplikací, jako jsou poranění elektrickým proudem, vznik pneumotoraxu či kompartment syndromu, poranění periferních nervů a/nebo přenos infekčních onemocnění.

Cílem práce bylo zhodnotit výsledky dosud publikovaných studií a relevantních doporučení hodnotících možnost provedení vyšetření a výskyt případných komplikací u pacientů se zmíněnými kontraindikacemi některé ze složek EMG vyšetření. Sumarizovány jsou také současné znalosti o výskytu a případné prevenci výše uvedených komplikací EMG vyšetření.

Kontraindikace kondukčních studií periferních nervů

Nejčastější kontraindikací kondukčních studií je implantovaný kardiostimulátor (Pacemaker; PM) nebo defibrilátor (Implantable Cardioverter Defibrillator; ICD), případně elektrody zavedené do srdce a velkých žil (např. elektrody v rámci dočasné zevní kardiostimulace nebo měřiče centrálního venózního tlaku). V řadě laboratoří není u těchto skupin pacientů EMG prováděno vůbec a/nebo jsou vyšetřovány pouze dolní končetiny, případně končetina na straně kontralaterální místu implantace PM. Důvodem pro takový postup je obava z interference elektrické stimulace s funkcí PM (který by mohl elektrické impulzy, generované v rámci stimulace při EMG, snímat jako impulzy kardiálního původu a měnit příslušným způsobem stimulaci), případně obava z přeprogramování PM/ICD nebo z vybití jeho baterie [2,4]. Dosud však nebyl publikován žádný případ okamžitého ani odloženého negativního vlivu běžných kondukčních studií periferních nervů na funkci PM/ICD. Uvedené obavy jsou tedy pravděpodobně neopodstatněné – současné PM i ICD jsou schopny odlišit elektrickou aktivitu srdce od interferujících zevních podnětů. Elektrický impulz používaný v rámci kondukčních studií je vzdálený registračním elektrodám PM/ICD, nepravidelný a při v současnosti užívaném bipolárním zapojení kardiálních elektrod nemá schopnost generovat far-field potenciály detekovatelné zmíněnými intrakardiálními registračními elektrodami. Tyto předpoklady byly v posledním desetiletí potvrzeny několika menšími, ale velmi detailně dokumentovanými systematickými studiemi, které monitorovaly funkci PM/IDC během kondukčních studií periferních nervů, a to jak pomocí povrchového elektrokardiografického vyšetření (EKG), tak přímo hodnocením elektrické aktivity, snímané intrakardiálními elektrodami PM [4–6]. Pacienti byli současně klinicky kardiologicky sledováni a po ukončení testu byla provedena kontrola nastavení PM/ICD, aby bylo vyloučeno event. nežádoucí přeprogramování zařízení. Uvedené studie prokázaly, že běžná elektrická stimulace v lokti a zápěstí na straně PM/ICD nevedla k žádné interferenci s funkcí PM/ICD a nebyla zaznamenána ani na povrchovém EKG ani intrakardiálně [4,5]. Stimulaci v této distribuci lze tedy považovat za bezpečnou [2]. U menší skupiny pacientů byla provedena dokonce stimulace v Erbově bodě [4]; ani v tomto případě však nebyla zaznamenána žádná interference s funkcí PM/ICD. Další studie prokázala bezpečnost repetitivní stimulace v zápěstí [6]. V jedné ze studií byla testována i hypotéza, že by ovlivnění funkce PM mohlo být výraznější u pacientů se současně zavedenou periferní žilní linkou ve stimulované končetině, a to z důvodu snazšího šíření elektrických impulzů při porušení kožního povrchu [5]. Ani v tomto případě nebyla u pacientů s PM/ICD a současně zavedeným žilním katétrem v zápěstí či lokti zaznamenána žádná interference s funkcí PM/ICD, a to dokonce ani při stimulaci během infuze fyziologického roztoku. V případě všech zmíněných studií byly PM/ICD v nyní převážně používaném bipolárním zapojení, o zařízeních v unipolárním zapojení je evidence minimální a riziko může být vyšší. Autoři studií dále upozorňují, že tyto výsledky nelze aplikovat na situace, kdy jsou elektrody zavedeny přes kůži přímo do srdce nebo jeho blízkosti (např. v případě dočasných zevních PM) a s ohledem na závažná potenciální rizika je v těchto případech vyšetření kontraindikovano [2,5].

Ke stimulaci v blízkosti PM/ICD (zejména repetitivní) je k dispozici minimální evidence. Doporučení Americké asociace neuromuskulární a elektrodiagnostické medicíny (American Association of Neuromuscular and Electrodiagnostic Medicine; AANEM) z roku 2009 [2] je proti používání stimulace v oblasti krku a proximálních svalových skupin HKK v blízkosti PM mj. s ohledem na nedostatek dat o její bezpečnosti. Toto doporučení podporuje i publikovaný případ kompletní přechodné inhibice funkce PM interskalenickým stimulátorem periferního nervu zavedeným z důvodu lokální anestezie při operaci ramenního kloubu [7]. Pro vhodnost vynechání stimulace v blízkosti PM/ICD svědčí i výsledky následně provedené systematické studie hodnotící vliv repetitivní stimulace n. medianus (v zápěstí), n. accessorius (na krku) a n. axillaris (ve fossa supraclavicularis) na funkci PM/ICD [6]. Z 10 vyšetřených pacientů s ICD byla při proximální stimulaci (supraklavikulárně a na krku) zachycena elektromagnetická interference s funkcí ICD u dvou případů, kdy byla elektrická stimulace patrná jako šum na intrakardiálním elektrokardiogramu. Tento šum byl ICD zaznamenán, ale nebyl identifikován jako impulzy kardiálního původu, a tedy nebyl zařízením hodnocen jako ventrikulární arytmie a nevedl k žádné změně aktivity ICD. U pacientů s PM byla elektromagnetická interference s funkcí PM zaznamenána ve třech ze čtyř případů a vedla (jak v případě bipolárního, tak i unipolárního zapojení PM) k přechodným změnám funkce kardiostimulátoru, tj. k několikavteřinové inhibici ventrikulární stimulace nebo naopak k přechodnému zvýšení stimulační frekvence. Při stimulaci v zápěstí žádná podobná interference zaznamenána nebyla [6].

V souhrnu lze tedy u pacientů s PM/ICD bez problémů provádět běžnou i repetitivní elektrickou stimulaci periferních nervů na DKK i distálně na HKK vč. strany ipsilaterální k místu implantace kardiostimulátoru. Výjimkou jsou pouze pacienti s elektrodami zavedenými transkutánně přímo do blízkosti srdce (např. při dočasné zevní kardiostimulaci či měření centrálního venózního tlaku), u nichž je vyšetření z důvodu vyššího rizika kontraindikovano [8]. Stejně tak je vhodné vyhnout se místům v okolí PM/ICD (alespoň do vzdálenosti 16–20 cm od PM/ICD) [8], tedy zejména stimulaci v proximálních segmentech končetiny, na krku či na trupu, a to s ohledem na možnou interferenci s funkcí PM či ICD [2,6,8,9]. Důležité je také adekvátní uzemnění pacienta [8].

proLékaře.cz | 25.8.2025

Kontraindikace jehlové EMG

Nejčastější kontraindikací jehlové EMG je chronická antikoagulační či dokonce antiagregační terapie. Zejména v případě terapie antikoagulační je ve většině laboratoří rozsah vyšetření redukován, v řadě z nich není jehlová EMG prováděna vůbec nebo je před vyšetřením požadován převod pacienta na terapii nízkomolekulárními heparinY. V některých laboratořích je před EMG vyšetřením antikoagulovaného pacienta vyžadováno stanovení aktuální srážlivosti krve (zejména protrombinového času ve formě tzv. INR, tedy mezinárodního normalizovaného poměru) s tím, že další provedení vyšetření a jeho rozsah se řídí takto zjištěnou hodnotou. Tato praxe je na základě osobní komunikace autorů běžná na řadě českých i zahraničních pracovišť. Přesné údaje z českého prostředí nejsou k dispozici. V roce 2006 bylo publikováno dotazníkové šetření zaměřené na tuto problematiku a provedené ve 47 z 60 nejvýznamnějších EMG laboratoří v USA akreditovaných jako výuková pracovitě [3]. Pouze 10 z těchto laboratoří (21 %) udávalo ochotu vyšetřit u pacientů užívajících antikoagulační (případně i antiagregační) terapii jakoukoli svalovou skupinu. Ve všech ostatních (79 %) nejsou u antikoagulovaných pacientů vyšetřovány některé ze svalových skupin považovaných tradičně za rizikové (paravertebrální svaly, hluboké končetinové svaly – zejména m. iliopsoas, svaly obličeje či krku). Přitom pouze čtyři z oslovených laboratoří (9 %) udávaly v dosavadní historii pracoviště alespoň jeden případ závažnější krvácivé komplikace u antikoagulovaného pacienta vyžadující lékařskou (většinou chirurgickou) intervenci. Ve třech laboratořích udávali jeden takový případ, jedna laboratoř pak připustila dokonce dvě podobné komplikace. Při zvážení frekvence antikoagulační terapie (v USA je ročně vystaveno 30 000 000 receptů na warfarin) [10] a relativně vysoké četnosti EMG vyšetření zejména u starších pacientů (kteří jsou současně častěji antikoagulováni) je uvedená frekvence komplikací naprosto minimální. Žádná z laboratoří neuváděla podobné komplikace u pacientů užívajících antiagregační medikaci. Přesto v devíti laboratořích z výše uvedeného dotazníkového šetření (18 %) redukují vyšetření jehlovou EMG i u těchto pacientů [3]. Nízkou reálnou četnost závažnějších komplikací jehlové EMG dobře odráží i počet publikovaných prací na toto téma. Dosud bylo publikováno pouze šest případů závažnějšího symptomatického krvácení v návaznosti na jehlovou EMG, z toho dva u pacientů užívajících chronickou antikoagulační terapii (warfarin) [11,12] a čtyři u jedinců bez medikace interferující s krevní srážlivostí [13–16] (většinou se jednalo o kompartment syndromy při vyšetření svalových skupin obalených pevnou fascií). I když je pravděpodobné, že řada komplikací tohoto typu nebyla publikována, uvedené výsledky dobře dokumentují skutečnost, že možný výskyt intramuskulárních hematomů v návaznosti na EMG vyšetření je nezbytné zohledňovat i u pacientů bez antikoagulační či antiagregační medikace.

V českém prostředí nevychází omezení jehlové EMG u chronicky antikoagulovaných pacientů z formálního doporučení odborné společnosti. K dispozici jsou pouze doporučení AANEM doporučující u pacientů s elevací INR a/nebo nízkým počtem destiček iniciálně vyšetřit povrchové svaly, ověřit výskyt případných krvácivých projevů a teprve následně přistoupit k elektromyografii hlubších svalových skupin. Po vyjmutí jehly doporučuje AANEM aplikovat na vyšetřovaný sval prolongovanou kompresi [1,2].

Systematická evidence výskytu subklinických intramuskulárních hematomů v běžně vyšetřovaných svalech (zejména končetinových) u pacientů s užívanou medikací i bez ní, interferující se srážením krve, je dosud pouze limitována. Největší počet studií je překvapivě zaměřen na paravertebrální svaly. Tyto studie využívají skutečnost, že pacienti s vertebrogenními onemocněními mají často ve stejném období provedeno EMG vyšetření, zahrnující i jehlovou EMG paravertebrálních svalových skupin, a současně MR příslušného spinálního segmentu. Většina studií je proto založena na retrospektivním hodnocení MR nálezů provedených nejpozději týden po EMG vyšetření paravertebrálních svalů. K dispozici jsou celkem tři studie tohoto typu s velmi podobným designem [13,17,18]. Caress et al retrospektivně vyhodnotili MR vyšetření 54 spinálních segmentů vyšetřených jehlovou EMG u 17 pacientů [13]. Drobný subklinický hematom byl zachycen ve čtyřech segmentech (7 % vyšetřených svalů, 24 % pacientů). Tato četnost je poměrně vysoká, je však vhodné si uvědomit, že tyto hematomy byly velmi malé, neměly žádný klinický korelát a nebyly ani v jednom případě popsány při původním hodnocení MR, ale až při následné cílené reevaluaci. Další studie identickým způsobem zhodnotila MR vyšetření 29 pacientů provedené nejpozději týden po jehlové EMG paravertebrálních svalů a současně dalších 25 pacientů, u nichž dosud jehlová EMG paraspinálních svalových skupin provedena nebyla [18]. Žádný z pacientů obou skupin neužíval warfarin, někteří však měli v pravidelné medikaci kyselinu acetylsalicylovou a/nebo nesteroidní antirevmatika. Výsledky této studie jsou poměrně překvapivé: možné intramuskulární hematomy byly zachyceny v paravertebrálních svalech u šesti pacientů každé z obou skupin (tedy bez ohledu na předcházející EMG vyšetření a také bez souvislosti s užívanou medikací). Ve většině případů šlo o velmi drobná krvácení (většinou 2–8 mm velká), pouze u jednoho pacienta (bez předchozího EMG) byl zachycen hematom poněkud větší (14 mm). I v této studii byla všechna zachycená krvácení asymptomatická. Zcela jiné výsledky přinesla největší dosud publikovaná studie na toto téma [17]. Zařazeno bylo 370 pacientů, u nichž byla MR páteře provedena nejdéle týden po jehlové EMG paravertebrálních svalů. Někteří pacienti měli vyšetřeno více segmentů páteře. Celkem tedy bylo tímto způsobem zhodnoceno 431 krčních a/nebo bederních páteří. V rámci tohoto souboru užívalo 161 pacientů medikaci interferující se srážlivostí krve (tj. většinou medikaci antiagregační, 10 jedinců bylo chronicky warfarinizovaných, ojedinělí pacienti pak byli na medikaci heparinem, enoxaparinem či dalteparinem). Ani v jednom případě nebyl zaznamenán MR detekovatelný hematom v paravertebrálních svalových skupinách. Zřetelná diskrepance mezi výsledky uvedených studií je zřejmě podmíněna odlišností použitých kritérií pro hodnocení intramuskulárních hematomů. Vysoká četnost jejich záchytu u skupiny pacientů, která neprodělala předcházející jehlovou EMG paravertebrálních svalů v Londonově studii [18], zpochybňuje validitu takto nastavených kritérií, pro kterou svědčí i absence záchytu intramuskulárních krvácení v největší z uvedených prací [17]. V souhrnu výsledky těchto studií svědčí pro skutečnost, že případná nečetná krvácení, která se mohou vyskytovat v návaznosti na jehlovou EMG paravertebrálních svalů, jsou vesměs drobná a asymptomatická. Zvýšené riziko takových krvácení u pacientů užívajících antiagregační terapii a/nebo nesteroidní antirevmatika nebylo prokázáno [17–19]. Pro systematické hodnocení vlivu warfarinu, heparinu a nových antikoagulancií je však evidence pouze limitovaná.

Další studie byly zaměřeny na míru rizika intramuskulárních krvácení při uží-

proLékaře.cz | 25.8.2025

vání warfarinu nebo kyseliny acetylsalicylové a/nebo klopidogrelu v návaznosti na jehlovou EMG v ostatních běžně vyšetřovaných svalech [20,21]. V obou studiích bylo místo vpichu bezprostředně po vytažení jehly na určitou dobu (u různých pacientů variabilní podle aktuální míry krvácivosti) pevně komprimováno (v souladu s doporučením AANEM [2] – viz níže), jinak se metodika vyšetření nelišila od běžného postupu. Výskyt hematomů byl monitorován pomocí ultrazvukového vyšetření příslušných svalů [20,21]. Lynch et al hodnotili výskyt ultrazvukem (UZ) detekovatelných hematomů v m. tibialis anterior v návaznosti na provedenou kvantitativní analýzu motorických jednotek v tomto svalu [20]. V rámci studie byl drobný (několika milimetrový), klinicky asymptomatický hematom zachycen pouze u dvou pacientů ze 101 vyšetřených jedinců na terapii warfarinem (1,98 %) a jednoho pacienta z 57 vyšetřených pacientů léčených kyselinou acetylsalicylovou a/nebo klopidogrelem (1,75 %), ale u žádného z 51 zdravých dobrovolníků. Rozdíly ve výskytu hematomů mezi jednotlivými skupinami nebyly statisticky významné. Prakticky identické výsledky přinesla další podobná studie [21] zaměřená na výskyt UZ detekovatelných intramuskulárních hematomů po jehlové EMG v dalších svalových skupinách, považovaných běžně za rizikové (paravertebrální svaly v krční, hrudní a bederní oblasti, musculus iliopsoas, flexor digitorum longus, flexor pollicis longus či tibialis posterior). Celkem bylo do studie zařazeno 206 jedinců: 70 kontrol, 78 pacientů s antiagregační terapií a 58 pacientů s terapií antikoagulační. Také v tomto souboru byly zachyceny UZ známky drobných subklinických hematomů pouze u dvou pacientů: jeden u pacientky užívající klopidogrel, druhý u warfarinizovaného pacienta.

Pro hodnocení výskytu komplikací jehlové EMG u pacientů užívajících nová antikoagulancia (rivaroxaban, dabigatran apod.) není dosud k dispozici dostatečná evidence. Publikovány byly ojedinělé případy pacientů užívajících tuto medikaci, bez průkazu intramuskulárních hematomů po provedené jehlové EMG [17], jedná se však pouze o velmi malé soubory. Obecně lze předpokládat, že jejich riziko nebude vyšší ve srovnání s warfarinizací [22].

V souhrnu z uvedených studií vyplývá, že intramuskulární hematomy (asymptomatické i symptomatické) se mohou vyskytovat i bez souvislosti s medikací interferující s krevní srážlivostí a k jehlové EMG je vždy nutné přistupovat s vědomím rizika vzniku těchto komplikací a rozsah vyšetření podle toho individuálně modifikovat. Tyto komplikace jsou však velmi málo časté, a to jak v běžné populaci, tak i u pacientů užívajících antikoagulační či antiagregační medikaci. Užívání léků interferujících se srážlivostí krve nepředstavuje dle provedených studií systematicky zvýšené riziko rozvoje klinicky významných intramuskulárních krvácení. Vysazení terapie ovlivňující srážení krve z důvodů EMG vyšetření představuje pro pacienta jednoznačně vyšší riziko než provedení jehlové EMG při trvající antikoagulační/antiagregační terapii [2,8]. Případné drobné intramuskulární hematomy jsou v naprosté většině případů asymptomatické a klinicky nevýznamné, zatímco vážnější symptomatické hemoragie jsou i u chronicky antikoagulovaných pacientů a/nebo u pacientů užívajících antiagregační medikaci zcela raritní. V rámci jehlové EMG je vhodné iniciálně vyšetřit povrchové svaly (s monitorací případného krvácení) a teprve následně přistoupit k vyšetření hlubších svalových skupin. Přínosná je pravděpodobně také aplikace prolongované komprese na vyšetřený sval, v souladu s doporučením AANEM [2]. Při tomto postupu není nezbytná ani znalost hodnot INR před vlastním EMG vyšetřením, protože aktuální krvácivost lze do značné míry posoudit při iniciálním vyšetření povrchových svalových skupin. S opatrností je vhodné přistupovat zejména k vyšetření paravertebrálních svalů, pro které je u antikoagulovaných pacientů k dispozici jen limitovaná evidence.

Další specifické situace potenciálně limitující možnost provedení EMG vyšetření

Vedle výše uvedených tradičně udávaných kontraindikací EMG existují další specifické situace znemožňující validní provedení vyšetření nebo některé z jeho částí. Jedná se především o výrazné trofické defekty ve vyšetřované oblasti, otoky (zejména lymfedém) a také výraznou intoleranci vyšetření ze strany pacienta či jeho nespolupráci [2].

Kontraindikací EMG naopak není gravidita. V literatuře není popisována žádná komplikace kondukčních studií ani jehlové EMG u těhotných a není důvod neprovést vyšetření pacientky v této fyziologické situaci [2].

Individuální zvážení přínosu a rizik vyšetření je doporučeno u pacientů s hlubokou mozkovou stimulací (např. u pacientů s extrapyramidovými onemocněními), kde také existuje potenciální riziko interference s uvedenými zařízeními během elektrické stimulace periferních nervů, zejména v oblasti krku, Erbova bodu, event. proximálních segmentů končetin. Protože dosud nejsou k dispozici žádné studie systematicky hodnotící rizika kondukčních studií periferních nervů u těchto pacientů, je rozhodnutí o provedení vyšetření vždy závislé na individuální úvaze indikujícího a/nebo vyšetřujícího lékaře [2].

Další možné komplikace EMG vyšetření

EMG vyšetření představuje nízké, ale nikoli zanedbatelné riziko také pro rozvoj dalších iatrogenních komplikací. Ty jsou jednoznačně častější a závažnější v rámci jehlové EMG, která je sice v naprosté většině případů bezpečná a dobře tolerovaná, ale přesto představuje určitý miniinvazivní zákrok a v ojedinělých případech může vést ke vzniku pneumotoraxu či kompartment syndromu, přenosu infekčních onemocnění a/nebo k lokálnímu poranění nervů ve vyšetřované oblasti [8]. Kondukční studie jsou v běžném rozsahu vyšetřením zcela neinvazivním, avšak v případě složitějších a invazivnějších stimulačních technik (jako např. „near-nerve needle" technika či stimulace nervových kořenů) je jejich riziko obdobné jako při jehlové EMG [8]. V neposlední řadě je nutné uvést, že elektromyograf (stejně jako ostatní elektrické přístroje a zařízení přicházející do kontaktu s pacientem) se může stát zdrojem unikajícího proudu, a může tedy za určitých okolností vyvolat **poranění elektrickým proudem** [8].

Riziko poranění elektrickým proudem je vyšší zejména v případě, že je pacient napojen na další elektrické přístroje a zařízení, tedy nejčastěji na jednotkách intenzivní péče. V případě vyšších intenzit unikajícího proudu a jeho průchodu přes oblast srdce tak mohou vzniknout závažné a dokonce potenciálně letální arytmie. Prevencí této komplikace je správná údržba a kontrola přístrojů, použití funkční zemnící elektrody (která by při kondukčních studiích měla být umístěna vždy mezi elektrodou stimulační a aktivní a v rámci jehlové EMG by se měla nacházet v blízkosti jehly) a také používání uzemněných jednofázových zásuvek se třemi válcovými kontakty [8]. Ostatní elektrické přístroje je – pokud je to možné – vhodné odpojit od pacienta a optimálně odstranit z místnosti, kde je vyšetření prováděno. Pacient by po

proLékaře.cz | 25.8.2025

dobu vyšetření také neměl být ve fyzickém kontaktu s kovovými předměty ani s vlastním elektromyografem [8].

Pneumotorax jako komplikace jehlové EMG svalů v oblasti hrudníku, event. krku (zejména bránice a hrudní stěny a event. svalů v okolí apexu plic) je poměrně vzácný. Pravděpodobnost jeho rozvoje je vyšší u neklidných nemocných, u starších pacientů, u jedinců s plicními onemocněními a také při medikaci kortikoidy [23]. Dosud bylo publikováno jen několik ojedinělých případů (vč. oboustranného pneumotoraxu u jedné pacientky v návaznosti na vyšetření m. serratus anterior oboustranně [24]) a jediná retrospektivní studie. Tato recentní studie je zaměřena na výskyt pneumotoraxu u velkého souboru pacientů EMG laboratoří Mayo kliniky (Rochester, USA), u nichž byl vyšetřen alespoň jeden sval rizikový z hlediska rozvoje pneumotoraxu [23]. Za rizikové byly v rámci uvedené studie považovány následující svaly a svalové skupiny: paravertebrální svaly v krčním a hrudním úseku páteře, bránice, mezižeberní svaly, m. sternocleidomastoideus, m. trapezius, m. infra- a supraspinatus, m. latissimus dorzi, mm. pectorales (major či minor), m. rhomboideus major a m. serratus anterior. V databázi EMG vyšetření provedených v tamních laboratořích v období 1997–2014 bylo identifikováno 64 490 pacientů, u nichž bylo ve sledovaném 18 let trvajícím období vyšetřeno celkem 71 782 rizikových svalů. Současně byli z nemocničního informačního systému dohledáni pacienti vyšetřovaní a léčení v identickém období pro pneumotorax. Celkem bylo identifikováno sedm pacientů, u nichž pneumotorax vznikl v pravděpodobné či jisté souvislosti s EMG vyšetřením. U pěti z těchto sedmi pacientů bylo provedeno vyšetření více než jednoho rizikového svalu. Jako nejrizikovější se jeví vyšetření m. serratus anterior (kde byl pneumotorax zachycen u 0,445 % vyšetřených pacientů s 95% CI 0,17–1,14 %), bránice (s relativním rizikem 0,149 % a 95% CI v rozsahu 0,04–0,54 %) a m. trapezius (riziko 0,117%, 95% CI 0,05–0,30 %). Riziko u ostatních vyšetřených svalových skupin bylo ještě daleko menší a pohybovalo se pod 0,5 ‰.

O riziku rozvoje **kompartment syndromu** v návaznosti na jehlovou EMG bylo částečně diskutováno v části zaměřené na komplikace antikoagulační terapie, a to vč. případů, u nichž rozvoj intramuskulárního krvácení vedoucího k rozvoji kompartment syndromu nebyl vázán na medikaci interferující se srážlivostí krve [13–15]. Riziko je obecně vyšší u svalů, obalených pevnou fascií (kromě svalů bérce [13,14] může jít např. o svaly předloktí [15], případně stehna [16]). Dosud bylo publikováno jen několik ojedinělých případů a žádná systematická studie mapující výskyt kompartment syndromu v návaznosti na EMG vyšetření. Rizikové faktory vedoucí k rozvoji této komplikace (s výjimkou koagulačních změn) nejsou tedy dosud známy. Jedná se o závažnou a zřejmě nepreventabilní komplikaci, jejíž výskyt je však zcela raritní. I při zvážení faktu, že část případů nepochybně publikována nebyla, je (při vysokém počtu každoročně provedených EMG vyšetření) riziko velmi nízké a pohybuje se v setinách či tisícinách promile.

Jehlová EMG a ve výjimečných případech (kdy je primárně narušena kontinuita kožního povrchu a/nebo je nutné významně skarifikovat kůži k dosažení snížení kožního odporu) i kondukční studie periferních nervů představují (stejně jako jakýkoli jiný invazivní či miniinvazivní zákrok) také **riziko přenosu infekce**. K přenosu infekčních agens může docházet mezi pacienty, a to v případě nedodržování základních hygienických opatření vč. opakovaného používání jehlových elektrod či nedostatečné dezinfekce ostatních EMG pomůcek a vybavení laboratoře (např. přístrojů, povrchových elektrod, kabelů či elektrod zemnících) v případě, že tyto přišly do kontaktu s tělesnými tekutinami pacienta. Přenos je možný také mezi pacientem a vyšetřujícím. K nejzávažnějším onemocněním, rizikovým z hlediska možného přenosu v rámci EMG vyšetření, patří virus lidské imunodeficience (HIV), virové hepatitidy (především typu B, C a D) a prionová onemocnění (Creutzfeldova-Jakobova choroba) [8]. Systematické studie monitorující riziko přenosu těchto onemocnění po provedené EMG nebyly dosud publikovány. Prevencí je používání jednorázových jehlových elektrod a také pečlivé dodržování standardních hygienických opatření a důkladná dezinfekce pomůcek v případě jejich kontaktu s tělesnými tekutinami pacienta. Prevencí poranění vyšetřujícího je také opatrné zacházení s jehlou během vyšetření (zejména mezi jednotlivými inzercemi). Pokud je nezbytné zasunout během vyšetření jehlu zpět do ochranné krytky, nemělo by to být prováděno pomocí druhé ruky (držící krytku). Některé laboratoře používají speciální držáky těchto krytek umožňující bezpečné zasunutí jehly [8]. Každé poranění vyšetřujícího je nutné pečlivě zaznamenat do dokumentace a optimálně konzultovat s hygienicko-epidemiologickým oddělením daného pracoviště.

Jehlová EMG může představovat také určité riziko zavlečení **infekčních agens z kožního povrchu do hlubších tkání** či krve pacienta. Podobné komplikace nebyly dosud publikovány. Je však vhodné dodržovat určitá základní opatření identická jako v případě jiných invazivních zákroků: jehlová elektroda by nikdy neměla být zaváděna přes infikované tkáně (např. bércový vřed) [8], vhodná je také dezinfekce kožního povrchu před vlastním vpichem jehly. Zvažováno bylo rovněž možné riziko bakteriemie po transkutánním vpichu u pacientů ve vyšším riziku infekční endokarditidy, což však dosud nebylo potvrzeno žádným publikovaným případem podobné komplikace EMG ani systematickými studiemi. Z tohoto důvodu není u těchto pacientů t.č. doporučen odlišný přístup k vyšetření ani není indikována případná antibiotická profylaxe před plánovaným EMG [8].

V neposlední řadě může v rámci EMG vyšetření hypoteticky dojít k **poranění periferních nervů** přímým vpichem jehly do intraneurálního prostoru [8]. Autoři práce si nejsou vědomi žádného publikovaného případu poranění periferního nervu jehlovou elektrodou. Publikována však byla samozřejmě řada případů poranění periferně neurogenních struktur např. v návaznosti na intramuskulární injekce či venepunkce, a toto riziko nelze tedy ani v rámci jehlové EMG považovat za zcela vyloučené. Nejpravděpodobněji by taková situace mohla nastat při vyšetření svalů, v jejichž těsné blízkosti některý z nervů prochází. Příkladem by mohlo být např. poranění n. ischiadicus při vyšetření m. gluteus maximus, poranění n. radialis superficialis při vyšetření m. flexor pollicis longus , léze n. ulnaris při jehlové EMG z m. flexor digitorum longus a zejména poranění n. medianus v rámci jehlové EMG z m. pronator teres. V rámci jehlové EMG uvedených svalů mohou pacienti výjimečně udávat parestezie v distribuci příslušného nervu vznikající pravděpodobně v důsledku jeho iritace. V takovém případě je nezbytné okamžitě vyjmout jehlu z vyšetřovaného svalu a před případnou další inzercí jehly do identického či jiného svalu vyčkat na odeznění parestezií.

Rozvoj posledních zmiňovaných komplikací (tj. infekce, kompartment syndromu, pneumotoraxu, poranění elektrickým proudem, poranění periferních nervů) není vázán na konkrétní, pro určité spektrum pacientů specifickou predisponující okolnost, kterou

proLékaře.cz | 25.8.2025

je vhodné zohlednit při indikaci EMG vyšetření u příslušného jedince (na rozdíl od antikoagulační/ antiagregační terapie či implantovaného PM/ICD). Nejedná se tedy o okolnosti za určitých podmínek kontraindikující EMG vyšetření. Jejich prevence je možná pouze respektováním obecných hygienicko-epidemiologických opatření (tedy zejména používání jednorázových jehel či používání nepropustných rukavic v případě jakýchkoli lézí na rukou vyšetřujícího), správného technického postupu vyšetření nebo anatomických poměrů vyšetřované oblasti (jako prevence pneumotoraxu či poranění periferních nervů). Důležitou prevencí jejich vzniku je samozřejmě také uvážlivá indikace vyšetření, které – jakkoli je vysoce přínosné a velmi bezpečné – může být ve výjimečných případech příčinou zmíněných iatrogenních komplikací.

Seznam použitých zkratek

AANEM – Americká Asociace Neuromuskulární a Elektrodiagnostické Medicíny (American Association of Neuromuscular and Electrodiagnostic Medicine)
EKG – elektrokardiografie
EMG – elektromyografie
ICD – defibrilátor (Implantable Cardioverter-Defibrillator)
INR – mezinárodní normalizovaný poměr protrombinového času (International Normalized Ratio)
MR – magnetická rezonance (Magnetic Resonance Imaging)
PM – kardiostimulátor (Pacemaker)
UZ – ultrazvuk

Literatura

1. Guidelines in electrodiagnostic medicine. Risks in electrodiagnostic medicine. American Association of Electrodiagnostic Medicine. Muscle Nerve 1999;8(Suppl 1):S53–69.
2. American Association of Electrodiagnostic Medicine. Risks in electrodiagnostic medicine. Rochester, MN: AAEM; 2009. [accesed 2016 May 10]. Available from URL: http://www.aanem.org/AANEM/media/AANEM/Documents/Practice/Position%20Statements/risksinEDX.pdf.
3. Gruis KL, Little AA, Zebarah VA, et al. Survey of electrodiagnostic laboratories regarding hemorrhagic complications from needle electromyography. Muscle Nerve 2006;34(3):356–8.
4. Schoeck AP, Mellion ML, Gilchrist JM, et al. Safety of nerve conduction studies in patients with implanted cardiac devices. Muscle Nerve 2007;35(4):521–4.
5. Mellion ML, Buxton AE, Iyer V, et al. Safety of nerve conduction studies in patients with peripheral intravenous lines. Muscle Nerve 2010;42(2):189–91. doi: 10.1002/mus.21714.
6. Cronin EM, Gray J, Abi-Saleh B, et al. Safety of repetitive nerve stimulation in patients with cardiac implantable electronic devices. Muscle Nerve 2013;47(6):840–4. doi: 10.1002/mus.23707.
7. Engelhardt L, Grosse J, Birnbaum J, et al. Inhibition of a pacemaker during nerve stimulation for regional anaesthesia. Anaesthesia 2007;62(10):1071–4.
8. Al-Shekhlee A, Shapiro BE, Preston DC. Iatrogenic complications and risks of nerve conduction studies and needle electromyography. Muscle Nerve 2003;27(5):517–26.
9. Kadaňka Z, Bednařík J, Voháňka S. Praktická elektromyografie. 1. vyd. Brno: IDPVZ 1994.
10. Wysowski DK, Nourjah P, Swartz L. Bleeding complications with warfarin use: a prevalent adverse effect resulting in regulatory action Arch Intern Med 2007;167(13):1414–9.
11. Butler ML, Dewan RW. Subcutaneous hemorrhage in a patient receiving anticoagulant therapy: an unusual EMG complication. Arch Phys Medi Rehabil 1984;65(11):733–4.
12. Rosioreanu A, Dickson A, Lypen S, et al. Pseudoaneurysm of the calf after electromyography: sonographic and CT angiographic diagnosis. AJR Am J Roentgenol 2005;185(1):282–3.
13. Caress JB, Rutkove SB, Carlin M, et al. Paraspinal muscle hematoma after electromyography. Neurology 1996;47(1):269–72.
14. Farrell CM, Rubin DI, Haidukewych GJ. Acute compartment syndrome of the leg following diagnostic electromyography. Muscle Nerve 2003;27(3):374–7.
15. Vaienti L, Vourtsis S, Urzola V. Compartment syndrome of the forearm following an electromyographic assessment. J Hand Surg Br 2005;30(6):656–7.
16. Brewer MB, Folstein MK, Kerns M, et al. Compartment syndrome of the thigh as a complication of electromyography. Am Surg 2012;78(2):72–3.
17. Gertken JT, Hunt CH, Montes Chinea NI, et al. Risk of hematoma following needle electromyography of the paraspinal muscles. Muscle Nerve 2011;44(3):439–40. doi: 10.1002/mus.22138.
18. London Z, Quint DJ, Haig AJ, et al. The risk of hematoma following extensive electromyography of the lumbar paraspinal muscles. Muscle Nerve 2012;46(1):26–30. doi: 10.1002/mus.23288.
19. Gertken JT, Patel AT, Boon AJ. Electromyography and anticoagulation. PM R 2013;5(Suppl):S3–7. doi: 10.1016/j.pmrj.2013.03.018.
20. Lynch SL, Boon AJ, Smith J, et al. Complications of needle electromyography: hematoma risk and correlation with anticoagulation and antiplatelet therapy. Muscle Nerve 2008;38(4):1225–30. doi: 10.1002/mus.21111.
21. Boon AJ, Gertken JT, Watson JC, et al. Hematoma risk after needle electromyography. Muscle Nerve 2012;45(1):9–12. doi: 10.1002/mus.22227.
22. Caress JB. Bleeding and electromyography: the needle and the damage (not) done. Muscle Nerve 2011;44(3):313–5. doi: 10.1002/mus.22137.
23. Kassardjian CD, O'Gorman CM, Sorenson EJ. The risk of iatrogenic pneumothorax after electromyography. Muscle Nerve 2016;53(4):518–21. doi: 10.1002/mus.24883.
24. Unlüer EE, Akyol PY, Karagöz A, et al. A deadly complication of superficial muscular needle electromyography: bilateral pneumothoraces. Case Rep Med 2013;2013:861787. doi: 10.1155/2013/861787.

Impact faktor časopisu Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie pro rok 2015 činí **0,209** (nárůst oproti roku 2014, kdy impact faktor činil **0,159**).