

Kyselá jablko: Chyby v elektroencefalografii (EEG)

doc. MUDr. Zdeněk Vojtěch, Ph.D.

Neurologické oddělení, Nemocnice Na Homolce, Praha

V tomto článku chceme upozornit na zdroje nejčastějších chyb při indikaci a popisu EEG vyšetření obecně i u záchvatových onemocnění a encefalopatií. Upozorníme na chyby v popisech a interpretacích, se kterými se v praxi nejčastěji setkáváme. Chceme otevřít diskuzi o tom, jak v českém prostředí lze tyto chyby minimalizovat.

Klíčová slova: elektroencefalografie, epilepsie, encefalopatie.

Biting the bullet: Errors in electroencephalography (EEG)

In this article, we want to highlight the causes of the most frequent mistakes in indications and descriptions of EEG findings, both generally and specifically in seizure disorders and encephalopathies. We refer to the mistakes in descriptions and interpretations we most frequently see in our practice. We want to open the discussion about how to minimize these mistakes in Czech environment.

Key words: electroencephalography, epilepsy, encephalopathy.

Úvod

EEG je důležitá metoda k posouzení funkce centrálního nervového systému. Klinicky se používá při diagnostice pacientů se záchvatovými poruchami, kriticky nemocných, a pacientů s alterací mentálního stavu a kognitivními změnami (Hasan et Tatum, 2021). Vyšetření indikovaná z jiných důvodů mají obecně na léčbu neurologických pacientů omezený dopad¹.

Zpráva o EEG vyšetření má klinický význam a klinika zajímá:

- Je graf normální nebo abnormní?
- Pokud je abnormní, je abnormita:
 - pozadí,
 - nespecifická nebo epileptiformní či iktální,
 - ložisková nebo generalizovaná?
- Jaká je tíže abnormality?
- Co elektroencefalografista soudí o klinickém významu abnormality (a někdy i normálního EEG záznamu) v kontextu pacientovy anamnézy a výsledků pomocných vyšetření?

- Jaká diagnostická a léčebná opatření navrhuje?

Podle našich zkušeností řada popisů grafů na tyto otázky neodpovídá.

K diagnostickým chybám může dojít ve všech oborech medicíny. V neurologii je tomu tak zejména tehdy, jestliže lékaři kladou výsledky pomocných vyšetření nad klinický obraz onemocnění. Je tedy třeba zdůraznit, že EEG je pomocná vyšetřovací metoda a její výsledky je třeba hodnotit v kontextu klinického nálezu a výsledků dalších pomocných vyšetření. Každý elektroencefalografista se zřejmě někdy setkal s chybným popisem EEG a ~ 40 % se s ním setkává často (Tatum, 2013).

V posledních desetiletích se v Čechách vyučoval popis v kurzech elektroencefalografie zejména podle dvou schémat. Dříve podle Lüderse a Noachtara (2000) a později podle Standardizovaného počítačového organizovaného popisu EEG (*Standardized computer-based organized reporting of EEG – SCORE*)

DECLARATIONS:

Declaration of originality:

The manuscript is original and has not been published or submitted elsewhere.

Ethical principles compliance:

The authors attest that their study was approved by the local Ethical Committee and is in compliance with human studies and animal welfare regulations of the authors' institutions as well as with the World Medical Association Declaration of Helsinki on Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects adopted by the 18th WMA General Assembly in Helsinki, Finland, in June 1964, with subsequent amendments, as well as with the ICMJE Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing, and Publication of Scholarly Work in Medical Journals, updated in December 2018, including patient consent where appropriate.

Conflict of interest:

Not applicable.

Consent for publication:

Not applicable.

Cit. zkr: *Neurol. praxi.* 2025;26(2):147-153

<https://doi.org/10.36290/neu.2024.056>

Článek přijat redakcí: 17. 5. 2024

Článek přijat k publikaci: 29. 8. 2024

doc. MUDr. Zdeněk Vojtěch, Ph.D.

zdenek.vojtech@homolka.cz

¹ Pro čtenáře může být zářezující, že v článku o EEG nenachází jedinou ukázkou grafu. Podrobněji se indikacemi, popisem EEG a nejčastějšími chybami při něm s příslušnými ukázkami zabýváme v samostatných publikacích (Vojtěch, 2024, Atlas elektroencefalografie dospělých, 4. díl, v tisku).

(Beniczky et al., 2017). Princip obou systémů spočívá v posouzení: 1. pozadí a 2. tranzientů (Schomer et Lopes da Silva, 2010). Pozadí chápeme jako průměrnou statistickou charakteristiku EEG v jeho celku. Tranzienty jsou vzorce (vlny nebo komplexy), které vystupují oproti pozadí (Lodder et van Putten, 2013).

Hodnocení EEG (ve výše uvedeném formátu závěru a interpretace) je založeno na rozpoznávání různých EEG vzorců. To je však více umění než věda (Engel, 1985), a proto je EEG metodou do značné míry subjektivní. V jednom článku to autoři označili jako „dirty little secret“ (Miller et Henry, 2013). Myslí tím fakt, že EEG se nelze naučit pouze z učebnic, článků a standardů. Někdo odliší hrot od artefaktu okamžitě, pro někoho je to i po letech praxe obtížné.

Pak může, ale nemusí pomoci spolupráce se zkušenějším kolegou. Je zajímavé, že délka praxe nemusí mít na shodu mezi jednotlivými popisujícími vliv. Kvalita hodnocení závisí spíše na místu praxe popisujících a je vyšší v akademické než privátní sféře (Halford et al., 2018). Shodu lze snáze dosáhnout při menším počtu popisujících. Tedy: méně hlav, méně pochybností. Je však robustnější, pokud se na ní shodne více popisujících (Halford et al., 2017). Tedy: více hlav, více rozumu. Řešením by mohly být semináře, např. virtuální, na kterých by elektroencefalografisté měli možnost prezentovat grafy, jejichž popisem si nejsou jisti, panelu odborníků z různých pracovišť.

Chyby v indikaci vyšetření

Chybná může být již samotná indikace EEG. K ní dochází:

- při vyšetřování stavů, u kterých je již *a priori* přínos EEG krajně nepravděpodobný;
- při nereálných očekáváních indikujícího ohledně přínosu vyšetření.

Podle jedné práce bylo zastoupení různých indikací následující (Smith et al., 2001):

- svými výsledky vyšetření ovlivnilo léčbu: ~ 16 %;
- indikace byla obhajitelná: ~ 28 %;
- vyšetření bylo indikováno nesprávně: ~ 56 %.

Proto bylo uveřejněno několik doporučení pro optimální využití EEG zahrnujících její indikace při diagnostice epilepsie (SIGN 2003;

NICE, 2004) a jiných nemocí (Smith, 2005). Za povšimnutí stojí, že jde o doporučení tradiční a jejich aktualizace nic podstatného v oblasti elektroencefalografie nepřináší (NICE, 2014; SIGN, 2018). Doporučení se shodují v tom, že u pacientů, jejichž anamnéza svědčí pro epilepsii, může nález epileptiformních abnormit diagnózu potvrdit. Pokud je však anamnéza typická pro jinou poruchu (např. synkopu), je pravděpodobnost epilepsie nízká a nález epileptiformní abnormity je v těchto případech nejspíše náhodný. V takových případech není provedení EEG vyšetření odůvodněné. V českém prostředí jde dále např. o vyšetřování EEG u migrén a tenzních bolestí hlavy, u psychiatrických poruch bez klinického podezření na epilepsii nebo u stavů s nespecifickou symptomatologií („funny turns“). Příkladem stavů s nespecifickou symptomatologií mohou být např. stavy celkové slabosti, nespecifikované nevěle, zaujetí hlavy atd. Ale i po publikaci doporučení s nimi není v souladu ~ ¼ indikací (Pearce et Cock, 2006), což prodlužuje čekací doby na vyšetření u indikovaných pacientů.

K problematice nereálných očekávání: např. podle jedné práce se 50–60 % indikujících lékařů domnívalo, že pomocí EEG lze diagnostikovat nebo vyloučit epilepsii (Nicolaidis, 1995). Podle další práce bylo 60 % rutinních EEG vyšetření v epileptologickém centru indikováno k posouzení úspěchu léčby epilepsie a jen ve 3 % výsledky ovlivnily léčbu (Binnie, 1990). Po změně indikační strategie zastoupení rutinních kontrolních vyšetření kleslo na 15 % a výsledky vyšetření ovlivnily léčbu ve 40 % případů. Uvolněné zdroje byly alokovány k posílení video-EEG (V-EEG) kapacit. Jejich využití zlepšilo schopnost zodpovědět otázku, která vedla k indikaci V-EEG, z 67 % na 91 %. Dalšími příklady nereálných očekávání jsou např. screeningová vyšetření EEG u podezření na morfologickou lézi (např. subdurální hematom). Zde jsou indikována morfologická vyšetření, protože EEG nálezy mohou být i u rozsáhlých lézí normální.

V českých zemích přispívá ke zbytečné indikaci EEG zejména v ambulantní péči i ekonomický faktor s nízkým ohodnocením klinického neurologického vyšetření. Z toho plyne neúměrně vysoké indikování pomocných vyšetření (včetně EEG), kterým se neurologové snaží tento nepříznivý fakt kompenzovat.

Indikující lékař by měl elektroencefalografistovi jasně formulovat otázku, která ho vedla k požadavku na EEG vyšetření. Při tom by měl používat spíše popis vyšetřovaných událostí a stavů a standardní terminologii. Do ní nepatří pseudovědecké termíny, se kterými se i dnes čas od času setkáváme, jako např. „encefalosynkopa“, „záchvatová pohotovost“, „snížení záchvatového prahu“ nebo „epileptická diatéza“.

Řešením problémů při indikaci je nekonfrontační edukace lékařů indikujících EEG vyšetření. Pak ubude indikací u pacientů s nejednoznačnými příznaky. To vede k nižšímu zastoupení grafů s nespecifickými abnormitami, které mohou vést k desinterpretaci, a tedy ke snížení množství pacientů s chybně diagnostikovanou epilepsií. Přibude vyšetření, která přímo ovlivní vedení léčby. Např. zavedení rubriky „indikace vyšetření“ do žádanky a edukace vedly podle jedné práce ke snížení množství indikovaných EEG vyšetření ve 3 letech před a ve 3 letech po edukaci z 2485 na 1351 (Binnie, 1990).

Příčiny chybného popisu

K chybnému popisu a interpretaci grafu dochází nesprávným rozpoznáním EEG vzorců. Důvodem pro to může být nedostatek vzdělání a zkušeností popisujícího (tzn. že nepopsal dostatek normálních i abnormních záznamů). Platí, že čím menší zkušenost, tím nižší hranice pro popis abnormity (Amin et Benbadis, 2019). Podle různých prací si bylo bez supervize jen ~ 40–60 % rezidentů neurologie dospělých v USA jisto svými popisy EEG (Mahajan et al., 2019). Je to pochopitelné, protože počet vyhodnocených grafů byl jen v ~ 1/3 vzdělávacích programů ~ 40 (v ~ 15 % programů 0–10) a ~ 2/3 programů neměly objektivní kritéria pro zjištění, zda neurologové EEG opravdu rozumějí (Nascimento et Gavvala, 2021). Nejinak je tomu jinde ve světě. Např. v Evropě se vzdělání v EEG v různých státech věnuje 0–26 měsíců, grafy většinou popisují obecní neurologové a ve většině států se požaduje vyhodnocení ~ 40 grafů. Asi v 1/2 států však neexistují kritéria pro to, zda je absolvent schopen EEG správně popsat (Nascimento et al., 2022). Nebo v Brazílii 45 % neurologů nebylo schopno hodnotit EEG ani se supervizí a 70 % si nebylo jisto správným zněním své

EEG zprávy (Lourenço et al., 2022). Praxe v jednotlivých zemích se liší. Např. v Irsku, Norsku, Rusku, Švédsku a Velké Británii hodnotí EEG neurofyziolog (tedy ne neurolog) (Nascimento et al., 2022). To může vést ke zlepšení kvality popisu, ale být na úkor interpretace grafu.

V České republice má budoucí elektroencefalografista doložit 500 popsaných grafů pod supervizí zkušenějšího kolegy. Ve srovnání se zahraničními údaji se toto číslo může zdát vysoké. Nicméně spíše než o kvantitu popsaných grafů jde o jejich spektrum a kvalitu supervize. Jak bylo řečeno výše, je definice zkušenějšího kolegy otázkou.

Z níže zmíněné vyšší shody při popisu na akademických pracovištích lze dovodit, že zde supervize bude kvalitnější a zřejmě i spektrum hodnocených abnormit bude širší. Podle našeho názoru jde tedy také o to, na jakých pracovištích začínající elektroencefalografista grafy popisuje. Řešením by pak bylo, aby alespoň část hodnotil v rámci akademického pracoviště. Dalšími body k diskusi může být, zda by nebylo s výhodou stanovit, kolik z hodnocených grafů by mělo být normálních/abnormních, nebo např. kolik v rámci epileptického statu nebo u kriticky nemocných. Řešením by mohla být online vzdělávací platforma obsahující řádově tisíce expertně anotovaných grafů určená k průběžnému dalšímu vzdělávání elektroencefalografistů s možností podívat se na své výsledky a srovnat je se skupinovými daty.

Elektroencefalografisty lze rozdělit podle poměru dvou parameterů:

- skutečně pozitivních hodnocení (správných popisů vzorců; *true positive rate* – TPR, senzitivita);
- falešně pozitivních hodnocení (nesprávných popisů; *false positive rate* – FPR).

Popisující s vysoko nastavenou latkou pro klasifikaci např. ostrých tranzientů jako IED mají nízkou FPR, ale také nízkou TPR. Na jedné straně pacientovi neuškodí chybnou diagnózou např. epilepsie, ale neprospějí mu její včasnou správnou diagnózou. Popisující s nízkou nastavenou latkou mají vysokou TPR, ale také vysokou FPR. Ti mohou uškodit např. chybnou diagnózou epilepsie.

Znalost klinických informací může vědomě nebo nevědomě ovlivnit zprávu o EEG vyšetření ve dvou oblastech (Loy et Irwig, 2004):

- percepce;
- interpretace.

V oblasti percepce mohou vzniknout chyby v případech, kdy anamnéza např. svědčí pro epilepsii a popisující nadhodnocuje subtilní EEG změny (Amin et Benbadis, 2019). V oblasti interpretace může znalost klinického nálezu ovlivnit klasifikaci nálezu jako normálního či abnormního (ve smyslu nad- i podhodnocení) (Nascimento et al., 2022). Známe elektroencefalografisty, kteří již od začátku popisování přispívají text např. výsledkům neurozobrazovacích vyšetření. Pak je ovšem přidána hodnota EEG vyšetření nulová. Na druhé straně někteří autoři (Nascimento et al., 2022) dokonce radí, že je-li elektroencefalografista ošetřujícím lékařem pacienta, má o popis EEG požádat kolegu, který klinické aspekty případu nezná.

Většina elektroencefalografistů před popisem EEG zná klinické informace (~ 60 % epileptologů a 75 % neurologů s EEG vzděláním). Nicméně jen menšina z nich soudí, že mají popis/interpretaci EEG ovlivnit nebo je mohou ovlivnit jen ve vybraných případech se spornými nálezy (Nascimento et al., 2022). Správný postup je seznámit se s klinickými informacemi až poté, co EEG popíšeme, tedy před jeho interpretací (Amin et Benbadis, 2019). Soudíme, že dnes již není problém vyhledat základní klinická data v informačním systému v případech, že jsou informace poskytnuté indikujícím klinikem nedostatečné.

Pro nedostatečnou zkušenost může být řešením (Benbadis, 2010):

- možnost druhého čtení epileptologem/ zkušenějším elektroencefalografistou (Benbadis, 2013);
- intenzivnější výuka v EEG kurzech, povinnost periodicky absolvovat pokračovací kurzy a doložit množství popsaných záznamů v mezidobí;
- samostudium praktických textů a ukázek zabývajících se klinickou EEG.

Kvalitní školení v EEG přesnost popisu zlepšuje (Halford et al., 2017), ale i přesto

může být tentýž záznam hodnocen různě i elektroencefalografisty/epileptology (Jing et al., 2020). Např. pro zodpovězení otázky, zda graf obsahuje IED či ne, byl $\kappa = 69,4\%$ (dobrá shoda). Při klasifikaci jednotlivých vzorců klesl κ na $48,7\%$ (střední shoda)². To jen potvrzuje důležitost stanovení tíže abnormity, čemuž se věnujeme v jiném textu (Vojtěch, v tisku).

Chyby při diagnostice záchvatových onemocnění

Diagnóza záchvatových onemocnění je založena na řádném odběru anamnézy (Amin et Benbadis, 2019), což vyžaduje zkušenosti a čas. Vzhledem k častému přecenění EEG nálezu a jejich posuzování mimo klinický kontext považují někteří autoři rutinní EEG vyšetření za jednu z nejčastěji zneužívaných vyšetřovacích metod (Chadwick et Smith, 2002).

U mnoha pacientů s epilepsií může EEG diagnózu nálezem epileptiformních vzorců (*interictal epileptiform discharges* – IED) podpořit (Hoppe et al., 2009). Nález IED je důležitý i proto, že znamená vyšší riziko recidivy po prvním záchvatu (Seidel et al., 2016). Ale obdobné nálezy se vyskytují např. i u 10 % pacientů po intrakraniálních operacích a u 3 % nemocných s psychiatrickými poruchami, kteří epilepsií netrpí (Bridgers, 1987). IED se v obecné populaci zdravých pacientů vyskytují zřídka (Oh et al., 2018). Zásadním faktem však je, že pomocí EEG nelze epilepsii vyloučit (Walczak et al., 1993). Často se např. setkáváme s chybnou interpretací: „V-EEG nesvědčí pro epilepsii.“ Čtenář si může povšimnout, že autor tohoto závěru epilepsii nevylučuje. Ale odesílající lékař si to tak může vykládat. Takové interpretace mají dost blízko k nicneřikajícímu tvrzení: „Výsledek EEG epilepsii ani nepotvrzuje, ani nevylučuje.“

Diagnostický přínos EEG stoupá s trváním záznamu. Pokud je rutinní záznam opakovaně normální, je na místě > 24hodinové vyšetření (Lee et al., 2013), alespoň za účelem zachycení IED. Podle jedné práce však bylo ~40 % V-EEG studií nekonkluzivních, a to buď proto, že záchvaty nebyly zachyceny, nebo byly pro pacienta atypické. Podle našich zkušeností jde o nadhodnocený údaj. Za příliš pesimistické považujeme také tvrzení, že výskyt prvního záchvatu na V-EEG je po ~60 hodinách ~4 %

² $\kappa \geq 0,8$ (tedy velmi dobrá shoda) považujeme v EEG za nedosažitelný cíl.

(Lee et al., 2013). Záleží zřejmě na zkoumané populaci. U pacientů v prechirurgickém vyšetřování, u kterých se při protizáchvatové léčbě (*antiseizure medication* – ASM) IED nevyskytují, je třeba redukovat/vysadit ASM během hospitalizace, takže výskyt IED/záchvatů lze očekávat později.

U pacientů s nespecifickými příznaky může být chybný popis EEG příčinou až ¼ chybných diagnóz epilepsie (Smith et al., 1999). 25–30 % pacientů iniciálně diagnostikovaných jako epilepsie, kteří neodpovídají na iniciální terapii ASM, netrpí epilepsií.

K nadhodnocení záznamu dochází nejčastěji u (Kang et Krauss, 2019):

- psychogenních neepileptických záchvatů (PNES);
- úzkostných/panických poruch;
- (pre)synkop – hlavně u starších pacientů s mikrovaskulárními změnami a wicket rytmy v ospalosti;
- nevysvětlitelných nespecifických příznaků.

Asi 25–40 % pacientů vyšetřených v epileptologických centrech nemá epilepsii (Lafrance et Benbadis, 2006) a jen ~20 % z nich je k vyšetřování indikováno s podezřením, že tomu tak je (Benbadis et al., 2004). Často jde o pacienty, jejichž anamnéza v nejmenším nenaznačuje možnost epilepsie a jejich diagnóza byla zcela nebo ze značné části založena na „abnormním“ EEG (Benbadis et Lin, 2008). To jde přímo proti zásadám medicínského uvažování („neléčíme EEG, ale pacienta“). Svou roli může hrát i to, že pacienti mají větší důvěru v „objektivní“ testy. Pak je pohodlnější tato vyšetření indikovat (a v případě nejednoznačných nálezů i chybně interpretovat). To je pro řadu pacientů (zejména s PNES) přijatelnější řešení než správná diagnóza. A lékaři se vyhnou obtížné komunikaci diagnózy PNES s pacientem. To je chyba. Je však třeba přiznat, že vysvětlení diagnózy PNES je velké „umění medicíny“. K diskuzi o něm by však nestačil ani samostatný článek.

Za IED lze zaměnit (Gloor, 1977):

- **Artefakty.** Rozpoznáváme je podle tvaru (nemají tvar EEG grafoelementů, např. mají příliš ostrý tvar a krátké trvání), distribuce (vyskytují se jen v jedné elektrodě, mají nefyziologickou distribuci – např. zvrát fáze v referenčním zapojení k průměrné elek-

trodě, mnohočetné zvraty fází v bipolárním zapojení, opačnou polaritu v sousedních elektrodách), vývoje nebo identifikace zdroje (zde velmi pomáhá zkušenost laborantek nebo audio-video záznam).

- **Normální vzorce.** Jde zejména o (Kang et Krauss, 2019) fragmentaci alfa aktivity, mí rytmus, breach rytmus, zadní pomalé vlny mladistvých, lambda vlny, zvýšenou odpověď na hyperventilaci, drowsy bursts, hypnagogickou/hypnopompickou hypersynchronii, vertexové vlny, mittens a pilovité vlny.
- **Vzorce nejasného významu** (v ~30 % benigních variant – Rathore et al., 2021), zejména 14 a 6 Hz pozitivní hroty, benigní epileptiformní tranzienty ve spánku, rytmické theta výboje v ospalosti, *wicket spikes*, 6 Hz *spike-and-waves*, subklinické rytmické EEG výboje u dospělých).
- **Nespecifické nálezy.** V ¼ rutinních vyšetření se nacházejí ostré konturované fluktuační základní aktivity, které nespĺňují kritéria pro IED podle IFCN (Kane et al., 2017). Často se vyskytují v temporálních, méně i ve frontálních oblastech (Tatum, 2013). V různých systémech se pojmenovávají různě, např. ostré tranzienty (*sharp transients*) nebo bezejmenné varianty (*nameless variants*). Jsou zřejmě nejčastějším nadhodnoceným vzorcem (Benbadis et Lin, 2008).

U případů diagnostikovaných z počátku jako neurologické poruchy se při sledování diagnóza často změnila na funkční poruchy. Podezření na ně často vzbuzují již iniciální obtíže (Walzl et al., 2019). Vedle chybného popisu EEG mohou být důvody pro záměnu funkčního onemocnění za epilepsii bizarní. Např. podle jedné práce jím bylo užívání ASM z jiné než epileptologické indikace (pro psychiatrické poruchy či k léčbě bolesti) (Oto et al., 2003). Zejména v poslední době však přibývá chyb, kdy pacienti jsou diagnostikováni jako PNES a ve skutečnosti trpí epilepsií (Stone et al., 2005). Zde může mít podíl na chybné diagnóze normální nález na EEG.

Vedle psychiatrických poruch je diagnostika (pre)synkop nejčastější oblastí, v níž EEG přináší zavádějící údaje. Pokud není podezření na epilepsii, nemělo by se zde EEG vyšetřovat (Petkar et al., 2005) a diagnostika by měla být

vedena kardiologem. Ale i zde existují případy, kde může EEG v diagnostice pomoci, např. u PNES. Případy, kdy na V-EEG diagnostikujeme synkopu, by měly být ojedinělé.

Chybná diagnóza epilepsie má pro pacienta množství negativních dopadů (Lafrance et Benbadis, 2006):

- vedlejší efekty léčby ASM;
- neodůvodněné zákazy řízení;
- problémy na trhu práce;
- závislost na sociálních dávkách;
- sociální stigma.

Zároveň hrozí opoždění léčby základního onemocnění (např. psychiatrického, kardiovaskulárního) (Zaidi et al., 2000). V neposlední řadě s sebou nese chybná diagnóza i výraznou ekonomickou zátěž pro zdravotní systém (Juarez-Garcia et al., 2006).

Pokud je počáteční chybná diagnóza epilepsie založena na popisu EEG, je její pozdější vyvrácení obtížné. Je-li např. špatně popsáno neurozobrazovací vyšetření, stačí je opakovat a popsat správně. Jakýkoli počet následných normálních EEG však nemůže zvrátit iniciální chybnou diagnózu epilepsie, která je na popisu EEG založena. Je třeba přehodnotit vyšetření, na němž byla postavena, a tedy mít k dispozici původní záznam, což může být obtížné. Při dnešní úrovni rozvoje počítačových metod je to nepochopitelné. Existují nástroje k reformátování grafů do obecně čitelného formátu (Kemp et al., 1992). Důvody, proč se těchto prostředků nevyužívá, zřejmě tkví v osobnostních charakteristikách řady elektroencefalografistů.

Bylo publikováno několik doporučení ke snížení rizika chybného popisu EEG vzorců (Benbadis et Kaplan, 2019). Zavedení standardizovaných kritérií pro identifikaci IED (Kane et al., 2017) může identifikaci IED rozložit do řady jednodušších kroků. Tento přístup se osvědčil v jiných oblastech medicíny. V popisu EEG však neodstraňuje subjektivitu, a tedy nemusí vžitou systematickou tendenci popisujícího k nad- či podhodnocení záznamu vyřešit. Standardizace navíc nemusí postihnout všechny charakteristiky IED, se kterými se můžeme setkat v klinické praxi.

Jiným přístupem by mohlo být vytvoření rozsáhlé reprezentativní EEG databáze s robustním externím zlatým standardem. Tím by např. mohly být IED u pacientů s V-EEG

prokázanou epilepsií. Ale ne všichni pacienti s epilepsií jsou vyšetřováni V-EEG. Pak by hrozilo, že takto definované IED by byly reprezentativní jen pro V-EEG vyšetřované pacienty. Pokusy o vývoj těchto databází jsou učiněny. Obsahují však jen záznamy od stovek pacientů (Klatt et al., 2012). Při vysoké prevalenci epilepsií a počtu celosvětově provedených vyšetření by mělo jít alespoň o desítky tisíc či více. Jinou možností je databáze vytvořená na širokém expertním souhlasu. Toto řešení by mohlo vést k nahrazení individuální subjektivitou subjektivitou kolektivní.

Chyby u pacientů s encefalopatiemi

U pacientů s akutním zhoršením mentálního stavu v důsledku toxo-metabolických a endokrinních poruch (nejčastěji sepse, posthypoxická encefalopatie, orgánové či multiorgánové selhání) se EEG vyšetření indikuje často. Časná diagnóza a korekce příčin encefalopatie je zásadní. EEG zde nabízí rychlou a relativně levnou diagnostickou metodu. Její zásadní role spočívá v odlišení nekonvulzivního epileptického stavu a psychogenních poruch. Může klinikovi pomoci při zhodnocení tíže a sledování vývoje encefalopatie a při odhadu její prognózy (Witlox et al., 2010). Jde však o metodu etiologicky zcela nespecifickou (Faigle et al., 2013). Těžiště diagnostiky zde spočívá na laboratorních a neurozobrazovacích vyšetřeních. Chyby při popisu EEG v těchto situacích mívají pro pacienta méně fatální dopady, než je tomu u chyb v diagnostice záchvatových onemocnění.

Komplexní otázkou je využití EEG u kriticky nemocných, u kterých se vyskytují EEG vzorce iktálně-interiktálního kontinua. Zde je hodnocení a interpretace nálezů a jejich korelace s klinickým stavem tak složitá, že přesahuje rámec tohoto sdělení. Odkazujeme na příslušnou literaturu (Vojtěch, 2024; Doležalová et al., 2024).

Naše zkušenosti

V českých podmínkách se potýkáme s několika (možná specifickými) problémy:

- Časté je usuzování na morfologický nále z EEG (často již s jeho znalostí). To může

zvýšit prestiž popisujícího, ale je v rozporu s tím, že EEG je funkční, nikoli morfologická metoda.

- Existují i bizarní nerealistická očekávání. Narazili jsme např. na přesvědčení, že po úderu do hlavy lze pomocí EEG rozlišit pacienty, kteří (ne)utrpěli komocí mozku.
- I v Čechách se setkáváme s častým nadhodnocením EEG a z toho důvodu chybnou diagnózou epilepsie.
- Dalším možným zdrojem chyb je mylná představa, že zvrát fáze značí abnormitu.
- Velmi často se setkáváme s tím, že se ve zprávě nedočteme, co na grafu popisující vidí. Může jít o neurčité termíny, např. „dysrytmie“, „specifické vzorce“ bez bližší morfologické a topografické specifikace, atd. Jestliže autor vzorec popíše, často nenapíše, kde ho vidí.
- Někdy popis chybí zcela. Někdy roky, někdy napořád. Tím se dostáváme do situace, na kterou si stěžují např. nigerijští kolegové, kteří zjistili, že popisy většiny (76–82 %) grafů v 5letém zkoumaném období nebyly k dispozici (Ajiboye et al., 2017).
- Dalším velmi častým problémem je, že popis a závěr nejsou v souladu. Elektroencefalografista např. v grafu popíše ostré vlny, ale v závěru napíše, že abnormita není epileptiformní. Nebo se strany fokální abnormity v popisu a závěru liší.
- Varování zejména amerických elektroencefalografistů před používáním terapeutických doporučení ve zprávě o EEG vyšetření začínáme rozumět, když si přečteme, že u pacienta s interhemisferálním lipomem a kompenzovanou symptomatickou epilepsií elektroencefalografista na základě nálezu „oboustranné projekce záchvatové pohotovosti“ doporučuje zvýšit dávkování ASM3³.
- Velmi škodlivé, ale často používané, je vylučování epilepsie na základě EEG.
- Dalším problémem je to, že někteří elektroencefalografisté nečtou/ignorují poznámky laborantek. Pak např. často popisují artefakty jako abnormity. Jistě: Měli by je poznat již na základě jejich morfologie. Ale jestliže laborantka napíše: „Vzteká se,

kope nohou!!!“, je popis generalizované epileptiformní abnormity na pováženou.

- Občas se také setkáváme s tím, že elektroencefalografisté zcela ignorují klinický nále z. U faciálního hemispasmu jsme se setkali s chybným popisem IED, diagnózou epilepsie, zákazem řízení u profesionálního řidiče a následnou soudní dohrou.
- Konečně je tu další znepokojivá záležitost. Všimli jsme si, že řada popisů grafů od týčch elektroencefalografistů se podobá jak vejce vejci. U některých máme podezření, u jiných to bezpečně víme, že mají počítačově předpřipraveno několik málo vzorů, které do popisů kopírují. Považujeme to za rezignaci na řemeslo. I když je většina grafů normálních a na jejich popis se hodí jeden muštr, je třeba již z úcty k oboru každý popsat „ručně“.

Odpověďmi na otázku, jak se s těmito problémy vyrovnat, by mohla být periodická školení, rigorózní a praktické přezkušování a rigidně standardizovaná terminologie (Ng et al., 2015).

Příznivci standardizace argumentují tím, že snižuje míru neshody mezi různými popisujícími, zlepšuje komunikaci mezi elektroencefalografisty a kliniky a je vhodná pro výzkumné účely. Vycházejí z toho, že ničím neomezovaný způsob popisu (zejména EEG, u kterého je určitá míra nejistoty inherentní) činí právě klinické uvažování náchylné k podvědomému zkreslení. Jde např. o přizpůsobení popisu, aby odpovídal výsledkům jiných dat (*probability adjustment*), aby s nimi tvořil koherentní celek (*narrative fallacy*), nahrazení složitých nebo nezodpověditelných otázek otázkami snadnějšími (*substitution heuristic*).

Odpůrci standardizace poukazují na to, že standardizace ubírá popisu individualitu a že při jejím použití se popis stává buď málo nebo naopak příliš komplexní, či obsahuje prvky neuspokojivé v obou směrech. Elektroencefalografista pak může být místo tvorby zprávy, která je individualizovaná pro konkrétní případ, svázán úzkým rámcem předdefinovaných termínů, které okleštlují možnosti klinického uvažování.

Z výše uvedených příkladů však vyplývá, že v českém prostředí se často nepoužívá ani

³ Samozřejmě jde o chybné doporučení, zde použité v mírně sarkastickém tónu.

standardizovaný, ani nestandardizovaný systé-
m. Často popis začíná: „Graf je technicky
a metodologicky správný...“ Nežřídka potom
následuje zápis o chybné klasifikaci grafu
(např. „Labilní záznam.“). Přitom jde o zcela
redundantní floskuli. To, že bude graf odpoví-
dat platným standardům, je samozřejmostí.
Do popisu bychom měli uvést, kdyby tomu
tak nebylo.

Na konci tohoto odstavce je třeba uvést,
že i zkušený elektroencefalografista čas od ča-
su narazí na vzorec, jehož klasifikaci a interpre-
taci si není jistý. Je třeba tuto skutečnost uvést
a vzorec co nejpodrobněji popsat deskriptory.

LITERATURA

- Amin U, Benbadis SR. The role of EEG in the erroneous diagnosis of epilepsy. *J Clin Neurophysiol*. 2019;36:294-7. doi: 10.1097/WNP.0000000000000572.
- Benbadis SR, Heriaud L, O'Neill E, et al. Outcome of prolonged EEG-video monitoring at a typical referral epilepsy center. *Epilepsia*. 2004;45:1150-3. doi: 10.1111/j.0013-9580.2004.14504.x.
- Benbadis SR, Kaplan PW. The dangers of over-reading an EEG. *J Clin Neurophysiol*. 2019;36:249. doi: 10.1097/WNP.0000000000000598.
- Benbadis SR, Lin K. Errors in EEG interpretation and misdiagnosis of epilepsy. Which EEG patterns are overread? *Eur Neurol*. 2008;59:267-71. doi: 10.1159/000115641.
- Beniczky S, Aurlen H, Brogger JC, et al. Standardized computer-based organized reporting of EEG: SCORE – Second version. *Clin Neurophysiol*. 2017;128:2334-46. doi: 10.1016/j.clinph.2017.07.418.
- Binnie CD. EEG audit: increasing cost efficiency of investigations in epilepsy. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1990;76:29P.
- Bridgers SL. Epileptiform abnormalities discovered on electroencephalographic screening of psychiatric in-patients. *Arch Neurol*. 1987;44:312-16. doi: 10.1001/archneur.1987.00520150056022.
- Doležalová I, et al. EEG v intenzivní medicíně. Maxdorf, 2024.
- Engel J Jr. A practical guide for routine EEG studies in epilepsy. *J Clin Neurophysiol*. 1984;1:109-42. doi: 10.1097/00004691-198404000-00001.
- Faigle R, Sutter R, Kaplan PW. Electroencephalography of encephalopathy in patients with endocrine and metabolic disorders. *J Clin Neurophysiol*. 2013;30:505-16. doi: 10.1097/WNP.0b013e3182a73db9.
- Gloor P. The EEG in the differential diagnosis of epilepsy. In: Van Duyn H, Donker DNJ, Van Huffelen AC, eds. *Current Concepts in Clinical Neurophysiology*. The Hague: Drukker Trio, 1977:9-21.
- Halford JJ, Arain A, Kalamangalam GP, et al. Characteristics of EEG Interpreters Associated With Higher Interrater Agreement. *J Clin Neurophysiol*. 2017;34:168-73. doi: 10.1097/WNP.0000000000000344.
- Halford JJ, Westover MB, LaRoche SM, et al. Interictal Epileptiform Discharge Detection in EEG in Different Practice Settings. *J Clin Neurophysiol*. 2018;35:375-80. doi: 10.1097/WNP.0000000000000492.
- Hasan TF, Tatum WO. When should we obtain a routine EEG while managing people with epilepsy? *Epilepsy Behav Rep*. 2021;16:100454. doi: 10.1016/j.ebr.2021.100454.
- Hoppe M, Wennberg R, Tai P, et al. EEG in epilepsy. In: Lozano AM, Gildenberg PL, Tasker RR, eds. *Textbook of Stereotactic and Functional Neurosurgery*. Berlin Heidelberg: Springer. 2009:2575-85.

Závěr

EEG je náročná disciplína, popis EEG je do značné míry subjektivní. Chyby při něm mohou pacienty poškodit.

Shrneme hlavní myšlenky článku:

- EEG je pomocná vyšetřovací metoda a její výsledky je třeba hodnotit v kontextu klinického nálezu a výsledků dalších pomocných vyšetření.
- Správný postup je seznámit se s klinickými informacemi až poté, co EEG popíšeme, tedy před jeho interpretací
- V České republice by bylo vhodné vypracovat systém dalšího vzdělávání v elek-

troencefalografii, který by minimalizoval chyby popisu a interpretace.

- EEG může nálezem epileptiformních vzorců diagnózu epilepsie podpořit.
- Nadhodnocení subtilních EEG změn je v epileptologii jednou z nejčastějších chyb.
- U encefalopatií přispívá EEG k odlišení nekonvulzivního epileptického statu a psychogenních poruch a může klinikovi pomoci při zhodnocení tíže a sledování vývoje encefalopatie.

Článek je míněn jako iniciátor diskuze o tom, jak se pokusit využít EEG v České republice zlepšit.

- Chadwick D, Smith D. The misdiagnosis of epilepsy. *BMJ*. 2002;324:495-6. doi: 10.1136/bmj.324.7336.495.
- Jing J, Herlopian A, Karakis I, et al. Interrater reliability of experts in identifying interictal epileptiform discharges in electroencephalograms. *JAMA Neurol*. 2020;77:49. doi: 10.1001/jamaneurol.2019.3531.
- Juarez-García A, Stokes T, Shaw B, et al. The costs of epilepsy misdiagnosis in England and Wales. *Seizure*. 2006;15:598-605. doi: 10.1016/j.seizure.2006.08.005.
- Kane N, Acharya J, Beniczky S, et al. A revised glossary of terms most commonly used by clinical electroencephalographers and updated proposal for the report format of the EEG findings: revision 2017. *Clin Neurophysiol Pract*. 2017;2:170-85. doi: 10.1016/j.cnp.2017.07.002.
- Kang JY, Krauss GL. Normal Variants Are Commonly Overread as Interictal Epileptiform Abnormalities. *J Clin Neurophysiol*. 2019;36:257-63. doi: 10.1097/WNP.0000000000000613.
- Kemp B, Váři A, Rosa AC, et al. A simple format for exchange of digitized polygraphic recordings. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1992;82:391-3. doi: 10.1016/0013-4694(92)90009-7.
- Klatt J, Feldwisch-Drentrup H, Ihle M, et al. The EPILEPSIAE database: an extensive electroencephalography database of epilepsy patients. *Epilepsia*. 2012;53:1669-76. doi: 10.1111/j.1528-1167.2012.03564.x.
- LaFrance WC Jr, Benbadis SR. Avoiding the costs of unrecognized psychological nonepileptic seizures. *Neurology*. 2006;13:1620-1. doi: 10.1212/01.wnl.0000224953.94807.be.
- Lee CH, Lim SN, Lien F, et al. Duration of electroencephalographic recordings in patients with epilepsy. *Seizure*. 2013;22:438-42. doi: 10.1016/j.seizure.2013.02.016.
- Lodder SS, van Putten MJ. Quantification of the adult EEG background pattern. *Clin Neurophysiol*. 2013;124:228-37. doi: 10.1016/j.clinph.2012.07.007.
- Lourenço ES, Kowacs DP, Gavvala JR, et al. EEG education in Brazil: a national survey of adult neurology residents. *Arq Neuropsiquiatr*. 2022;80:43-7. doi: 10.1590/0004-282X-A-NP-2021-0150.
- Luders HO, Noachtar S. Atlas and Classification of Electroencephalography. WB Saunders Company: Philadelphia, 2000.
- Mahajan A, Cahill C, Scharf E, et al. Neurology residency training in 2017. A survey of preparation, perspectives, and plans. *Neurology*. 2019;92:76-83. doi: 10.1212/WNL.0000000000006739.
- Miller JW, Henry JC. Solving the dilemma of EEG misinterpretation. *Neurology*. 2013;80:13-4. doi: 10.1212/WNL.0b013e318279755f.
- Nascimento FA, Gavvala JR. Education Research: Neurology Resident EEG Education: A Survey of US Neurology Residency Program Directors. *Neurology*. 2021;96:821-4. doi: 10.1212/WNL.0000000000011354.

- Nascimento FA, Gavvala JR, Tankisi H, et al. Neurology resident EEG training in Europe. *Clin Neurophysiol Pract*. 2022;7:252-9. doi: 10.1016/j.cnp.2022.08.001.
- Nascimento FA, Jing J, Beniczky S, et al. One EEG, one read-a manifesto towards reducing interrater variability among experts. *Clin Neurophysiol*. 2022;133:68-70. doi: 10.1016/j.clinph.2021.10.007.
- Ng MC, Gaspard N, Cole AJ, et al. The standardization debate: A conflation trap in critical care electroencephalography. *Seizure*. 2015;24:52-8. doi: 10.1016/j.seizure.2014.09.017.
- NICE: The epilepsies: the diagnosis and management of the epilepsies in adults and children in primary and secondary care. Clinical guideline, National Institute for Clinical Excellence, London;2004:201-73.
- NICE: The epilepsies: Evidence Update February 2014: A summary of selected new evidence relevant to NICE clinical guideline 137 'The epilepsies: the diagnosis and management of the epilepsies in adults and children in primary and secondary care' (2012) [Internet]. London: National Institute for Health and Care Excellence (NICE); 2014.
- Nicolaidis P, Appleton RE, Beirne EM. EEG requests in paediatrics: an audit. *Arch Dis Child*. 1995;72:522-3. doi: 10.1136/ad.72.6.522.
- Oh DA, Kim H, Bae EK. Electroencephalographic Abnormalities in the Screening for Pilot Applicants in Korea. *J Clin Neurol*. 2018;14:212-14. doi: 10.3988/jcn.2018.14.2.212.
- Oto M, Russell AJ, McGonigal A, et al. Misdiagnosis of epilepsy in patients prescribed anticonvulsant drugs for other reasons. *BMJ*. 2003;326:326-7. doi: 10.1136/bmj.326.7384.326.
- Pearce KM, Cock HR. An audit of electroencephalography requests: use and misuse. *Seizure*. 2006;15:184-9. doi: 10.1016/j.seizure.2006.01.003.
- Petkar S, Jackson M, Fitzpatrick A. Management of blackouts and misdiagnosis of epilepsy and falls. *Clin Med (Lond)*. 2005;5:514-20. doi: 10.7861/clinmedicine.5-5-514.
- Rathore C, Prakash S, Rana K, et al. Prevalence of benign epileptiform variants from an EEG laboratory in India and frequency of their misinterpretation. *Epilepsy Res*. 2021;170:106539. doi: 10.1016/j.eplepsyres.2020.106539.
- SIGN 143. Diagnosis and management of epilepsy in adults A national clinical guideline Evidence May 2015. Revised 2018
- Scottish Intercollegiate Guidelines Network. Diagnosis and management of epilepsy in adults. A national clinical guideline. Scottish Intercollegiate Guidelines Network, Edinburgh;2003:70.
- Seidel S, Pablik E, Aull-Watschinger S, et al. Incidental epileptiform discharges in patients of a tertiary centre. *Clin Neurophysiol*. 2016;127:102-7. doi: 10.1016/j.clinph.2015.02.056.
- Schomer DL, Lopes da Silva FH. Niedermeyer's Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields. Lippincott Williams & Wilkins; 2010.

46. Smith D, Bartolo R, Pickles RM, et al. Requests for electroencephalography in a district general hospital: retrospective and prospective audit. *BMJ*. 2001;322:954-7. doi: 10.1136/bmj.322.7292.954.
47. Smith D, Defalla B A, Chadwick D W. The misdiagnosis of epilepsy and the management of refractory epilepsy in a specialist clinic. *QJM*. 1999;92:15-23. doi: 10.1093/qjmed/92.1.15.
48. Smith SJM. EEG in neurological conditions other than epilepsy: when does it help, what does it add? *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2005;76 (Suppl.2):ii8-ii12. doi: 10.1136/jnnp.2005.068486.
49. Stone J, Smyth R, Carson A, et al. Systematic review of misdiagnosis of conversion symptoms and "hysteria". *BMJ*. 2005;331:989. doi: 10.1136/bmj.38628.466898.55.
50. Tatum WO. Normal "suspicious" EEG. *Neurology*. 2013;80(1 Suppl 1):S4-11. doi: 10.1212/WNL.0b013e31827974df.
51. Vojtěch Z. Atlas elektroencefalografie dospělých, 3. díl. Triton, 2024.
52. Walczak TS, Scheuer ML, Resor S, et al. Prevalence and features of epilepsy without interictal epileptiform discharges. *Neurology*. 1993;43(suppl):287-8.
53. Walzl D, Carson AJ, Stone J. The misdiagnosis of functional disorders as other neurological conditions. *J Neurol*. 2019;266:2018-26. doi: 10.1007/s00415-019-09356-3.
54. Witlox J, Eurelings LS, de Jonghe JF, et al. Delirium in elderly patients and the risk of postdischarge mortality, institutionalization, and dementia: a meta-analysis. *JAMA*. 2010;304:443-51. doi: 10.1001/jama.2010.1013.
55. Zaidi A, Clough P, Cooper P, et al. Misdiagnosis of epilepsy: many seizure-like attacks have a cardiovascular cause. *J Am Coll Cardiol*. 2000;36:181-4. doi: 10.1016/s0735-1097(00)00700-2.