

# Elektrokonvulzivní terapie

**Elektrokonvulzivní terapie** (*EKT*, resp. *ECT* z angl. **e**lectro**c**onvulsive **t**herapy) je minimálně invazivní biologická léčebná metoda neuropsychiatrických onemocnění, při níž je v celkové anestezii s myorelaxací elektrodami aplikován modulovaný elektrický proud s cílem upravit psychiku pacienta. V některých indikacích je tento výkon život zachraňující (ultimum refugium).

**Dnes se v psychiatrii s úspěchem používají mj. k léčbě:**

1. Farmakorezistentních **středně těžkých až těžkých depresivních i manických epizod** (unipolárních i v rámci BAP či schizoafektivní poruchy)
2. Depresí s psychotickými příznaky,
3. Stuporózních pacientů;
4. Rezistentních psychotických onemocnění (schizofrenie, organické psychotické poruchy);
5. **Katatonie**;
6. Suicidálních tendencí jinak neřešitelných;
7. Neklidných či agresivních pacientů nereagujících na jinou léčbu;
8. Maligního neuroleptického syndromu;
9. Status epilepticus;
10. Parkinsonismu s "on-off" fenomény;
11. Tardivní dyskinézy;
12. Deliria;
13. Při selhání farmakologické léčby; případně též na žádost pacienta v udržovací léčbě.

**EKT není účinná:** u úzkostných poruch, obsedantně kompulzivní poruchy, posttraumatické stresové poruchy, poruch osobnosti, spektra poruch příjmu potravy, syndromu závislosti a u odvykacích stavů, autismu, mentální retardace a demence.

## Obecná charakteristika EKT

Jedná se o biologickou modalitu v léčbě - tzv. **šokovou** neboli **konvulzivní metodu** = principem je vyvolání epileptiformního záchvatu (tonická fáze - při průchodu elektrického proudu skalpovými elektrodami a klonická fáze - připomínající klinicky i na EEG záchvat typu grand mal). První užití se datuje do 30. let 20. století, kdy Ugo Cerletti a Carl Bini (Italové) užili úspěšně EKT v léčbě pacienta s katatonní schizofrenií.

### ▪ přednosti:

- rychlý nástup účinku (po 3–4 aplikacích viditelný klinický efekt);
- neobvyklá účinnost (responze u bezmála 90 % k léčbě rezistentních depresivních stavů);
- vysoká bezpečnost (mortalita jen 1–4 na 100 000 výkonů);
- minimum komplikací (přechodné poškození kognitivních funkcí, v 7–10% delirium);
- porucha kognitivních funkcí jako hlavní nežádoucí účinek je v 98 % plně reverzibilní do 6 měsíců, u drtivé většiny pacientů do 6 týdnů zjistitelná jen specializovanými testy;
- nepůsobí na morfolonii mozku (nevzniká "jizva," přestože ovlivňuje zánětlivé mechanismy);
- nepůsobí trvalé změny osobnosti (viz program CIA MkUltra ([https://en.wikipedia.org/wiki/Project\\_MKUltra](https://en.wikipedia.org/wiki/Project_MKUltra)) v 50. letech 20. století);
- působí amnézii na výkon samotný (krátká anterográdní amnézie).

### ▪ nevýhody:

- společenská stigmatizace (pohled "filmového diváka," např. Formanův *Přelet nad kukaččím hnízdem* nebo *Rekviem za sen*);
- domněnky o mučících a středověkých metodách;
- názory na trestání nemocných;
- veřejnost se domnívá, že se jedná o obsoletní metodu vyhrazenou pro "největší blázny".

## Personální a věcné vybavení

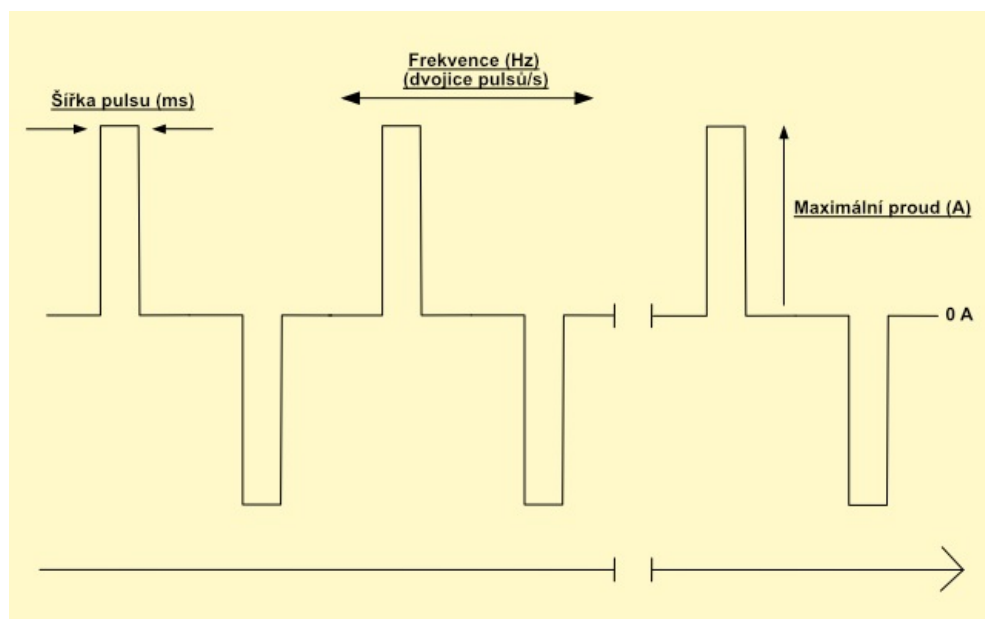
- lůžkové (nebo ambulantní) psychiatrické zařízení;
- anesteziolog (a jeho anesteziologická sestra) – zodpovídá za průběh anestezie;
- vyškolený psychiatr (a jeho "elektrická" sestra, ošetrovatelský personál) – zodpovídá za výkon;
- laboratoř s anesteziologickým vybavením, elektrokonvulzivní přístroj, dšpávací pokoj s monitorem fyziologických funkcí.

## Modifikované EKT

V současné době se užívá tzv. **modifikovaná elektrokonvulzivní léčba**. Před jejím zavedením bylo mnoho komplikací a nežádoucích účinků (sinusový proud 50 Hz ze zásuvky elektrické sítě působí neurotoxicky). Epileptiformní paroxysmus se vyvolává v celkové anestézii a parciální myorelaxaci aplikací modulovaného (*metoda ultrakrátkých pulzů*) přerušovaného stejnosměrného proudu mezi dvěma skalpovými elektrodami (umístěnými unilaterálně nad nedominantní hemisférou, bifrontálně nebo bitemporálně) proudem 0,5–0,9 A s frekvencí 20–120

Hz, šířkou pulzu 0,25–1,5 ms, po dobu 0,2–8 s. Napětí závisí na dynamické impedanci (obecně odporu střídavého proudu během průchodu vodičem). Většina náboje prochází místem nejmenšího odporu (*locus minoris resistentiae*) – skalpem.

**Ultrakrátké pulzy** jsou výsledkem modulace střídavého proudu s nulovou střední hodnotou do tvaru sinusových obdélníkových pulzů **se šířkou základny  $\leq 0,3$  ms**. Obecně šířka pulzu koreluje s výskytem kognitivních nežádoucích účinků (kratší pulz vede k menšímu poškození).



Metoda ultrakrátkých pulzů

**Pro zajímavost:** celková energie výboje je nízká. Při **maximální dávce** u moderního přístroje s parametry stimulace: frekvence 120 Hz, délce podání 8,0 s, šířce pulzu 0,75 ms při proudu 0,8 A je velikost doručeného **náboje 1152 mC**. Při impedanci 1000  $\Omega$  je sice napětí 400 V a výkon přístroje 320 W, ale celková energie jen 460 J, tedy energie nutná k ohřátí 108 g vody o 1 °C, neboli 5kg vody o 0,02 °C.

Není důkazu o termických změnách mozkové tkáně při dodržení bezpečnostního protokolu. Nedochází též k elektrolyze vzhledem k povaze střídavého proudu.

Nejnižší dávka k vyvolání tonicko-klonických křečí je **6-19 mC**.

#### Titrace energie

Nejčastějšími nežádoucími účinky léčby jsou reverzibilní poruchy kognitivních funkcí - především paměti (zejména autobiografické), dysexekutivní syndrom a pseudofrontální syndrom. Ve snaze o minimalizaci těchto nežádoucích účinků byla vynalezena metoda ultrakrátkých pulzů. Další možností jak zkvalitnit proceduru je tzv. titrace energie, což je postup *lege artis* a "state of the art" v rámci individualizované EBM. Hledá se nejmenší účinná energie výboje, k vyvolání dostatečné konvulze s cílem minimalizovat poruchu kognice a jiných komplikací.

Faktory	Zvýšení prahu	Snížení prahu
Věk	starší	mladší
Pohlaví	muži	ženy
Stav	dehydratace hyposaturace	hypokapnie
Onemocnění mozku Oblast mozku	neiritativní difúzní frontální	iritativní limbická
Medikace	anestetikum benzodiazepiny antiepileptika barbituráty b-blokátory	pentyletetrazol vasopressin budivé aminy tricyklická AD fenothiaziny klozapin lithium reserpin theofylin odvykací stav (alkohol, bzd)
Umístění elektrod	Bitemporální (bifrontální)	unilaterální
Statická impedance Dynamická impedance	vysoká (špatný kontakt) 0	nízká (dobrá vodivost) snižuje úměrně
Šířka pulzu	Delší (> 0,5ms)	kratší (ultrakrátké <0,3ms)
Četnost záchvatů	během posledních dní/měsíce	

Faktory ovlivňující práh pro vyvolání epileptiformního záchvatu


### Nežádoucí účinky

- **dříve časté** fraktury dlouhých kostí, kompresivní fraktury obratlů, luxace temporomandibulárního kloubu a velkých kloubů (premedikace: kurare – mělo závažné respirační nežádoucí účinky, nyní se s úspěchem a bezpečně užívá sukcynylcholin;
- **před zavedením ultrakrátkých pulzů** - sinusový proud ze sítě působí neurotoxicky, ultrakrátké pulzy naopak neuroprotektivně;
- komplikace jdoucí na vrub celkové anestézii (propofol, thiopental, etomidat nebo metohexital);
  - velmi závažná je zástava dechu, apnoická pauza, kardiovaskulární selhání;
  - aspirace sekretu z horních cest dýchacích (prevencí je premedikace **atropinem**);
- kognitivní poruchy (poruchy paměti, akutní zmatenost = delirium, dysexekutivní syndrom) - plně reverzibilní u 98 % pacientů do 6 měsíců, u drtivé většiny pacientů do 6 týdnů; naprostá většina poruch v kognitivních doménách je zachytitelná jen ve specializovaných neuropsychologických testech;
- prolongovaný záchvat (delší než 60 s – nutno zastavit i.v. aplikací benzodiazepinů);
- přechodné mírné bolesti hlavy, přechodná zmatenost (delirium);
- **při nedodržení bezpečnostních postupů** hrozí popáleniny (nízký nebo naopak vysoký "odpor"), zlomeniny (při nedostatečné myorelaxaci), zhmožděny při masivním úchopu pacienta, poškození nehtů a pokousání jazyka během tonické fáze apod. (**velmi raritní**)

### Kontraindikace

- **Absolutní** - někteří autoři uvádějí, že EKT nemá absolutních kontraindikací.
  - Silná nitrolební hypertenze (při podezření oftalmologické konzilium - edém papily).
- **Relativní** - nebrání samotnému provedení výkonu, je třeba zvláštní obezřetnosti (*pro ilustraci zátěž pro tělo je velmi podobná jako rychleji vystoupat do druhého patra*).
  - stavy vylučující celkovou anestezii (klasifikace dle ASA);
  - vážné kardiovaskulární onemocnění (arytmie, srdeční selhání těžšího stupně, těžké chlopenní vady, nestabilní angina pectoris, infarkt myokardu v posledních 3 měsících, aneurysma aorty);
  - čerstvě (do tří měsíců) prodělaný úraz hlavy;
  - čerstvé nitrolební krvácení;
  - čerstvý mozkový infarkt a otok mozku;
  - celkový stav (porucha koagulace, vážné onemocnění jater, feochromocytom, těžká respirační insuficience);
  - těžká osteroporóza a osteopenie, fraktury;
  - implantovaný kardiostimulátor (lze jej ve spolupráci s kardiologií dočasně vypnout).
- **Kontraindikací není:** epilepsie, vyšší nebo adolescentní věk, gravidita (zde je třeba před výkonem a během něj přítomnost porodníka s kardiogramem, letalita plodu je 7 %).
- **Alternativou k EKT** je užití repetitivní transkraniální magnetické stimulace (rTMS), která nevyžaduje celkovou anestezii, ale není tolik účinná.

### Průběh modifikované EKT

- **na EKT jde pacient:**
    - správně indikovaný bez kontraindikací;
    - po prodělání "předoperačního interního vyšetření" před celkovou anestézií, ev. s doplňkovými konziliárními vyšetřeními (neurologické, oftalmologické, radiodiagnostické);
    - informovaný a edukovaný;
    - s podepsaným informovaným souhlasem (vyjma tzv. vitální indikace - stavy, kdy jde o život zachraňující výkon nebo stavy, kdy pacient není schopen chápat význam léčby);
    - od půlnoci připravován lačný, nekouřící a před výkonem premedikovaný (atropin, ev. interní medikace - inzulin, antihypertenziva, levothyroxin, apod.);
  - **postup:**
    - pacient je od půlnoci před výkonem na lačno, ráno dostane svou chronickou (nepsychiatrickou medikaci) a je mu aplikován **atropin**;
    - pacient je odveden personálem z oddělení do prostor Laboratoře elektrokonvulzivní léčby;
    - preoxygenace a napojení monitorovacích (EKG, EEG, saturace - během celého zákroku jsou hodnoty zaznamenávány) a stimulačních elektrod
    - zajištění žilního vstupu;
    - podání anestetika i.v. (thiopental, propofol, v zahraničí též etomidat nebo metohexital), není třeba intubace, celý výkon netrvá déle než 2 minuty;
    - aplikace myorelaxans (sukcynylcholin, neboli suxamethonium );
    - čeká se na relaxaci svalstva (projev se svalovými záškuby - fascikulacemi - s rostrokaudální propagací);
    - kontrola rozmezí statické impedance (200-3000 Ω);
    - aplikace výboje dle zvolených parametrů;
      - existují typy přístupu (dva druhy přístroje) - jeden má **jediný volitelný parametr - energii** (udávaná v procentech, kdy maximální dávka odpovídá 550 mC; měří pouze statickou impedanci) a sofistikovanější přístroj s větší variabilitou volených parametrů s ohledem na minimalizaci nežádoucích účinků a maximalizaci bezpečnosti pacienta - **titrace energie** (šířka pulzu, frekvence pulzů, amplituda pulzu, délka aplikace; periaplikační monitorování dynamické impedance);
    - samotný paroxysmus;
1. po dobu průchodu elektrického proudu (max 8 s) **tonická fáze** (někdy hluboký výdech, skousnutí čelistí, obličej zrudne, zornice mydriatické, tělo napjaté - dolní končetiny - flexe, horní končetiny - extenze);
  2. poté **klonická fáze** (připomíná záchvat typu grand mal);
  3. následně odeznívá účinek anestézie, pacient se spontánně roždýchá a vědomí se vrací zvolna → do spánku;
  4. dále ještě hodinová observace po výkonu (dospávací pokoj) s monitorací fyziologických funkcí;
- **pacient se vrací v doprovodu personálu na oddělení** plně orientovaný, kardiopulmonárně stabilizovaný, normosaturovaný, kde posnídá a užije ranní medikaci.

## Aplikace EKT

1. **Titrační fáze** - aplikuje se minimální energie, která vyvolá klonický záchvat s odpovídající iktální aktivitou na EEG (20-60 s), během jednoho sezení je možno opakovat aplikaci 3-5x za den; (druhou méně vhodnou je empirická titrace energie dle věku pacienta).
2. Akutní fáze - **klasicky 3x týdně** (pondělí - středa - pátek) do **celkového počtu 8-20 aplikací** (obvykle 12); vzácně **kumulované** (každý den u život ohrožujících stavů *letální katatonie, mania delirans, neuroleptický maligní syndrom*).
3. **Pokračovací fáze** - po ukončení akutní fáze v odstupu 14 dní další aplikace (série by neměla být ukončena abruptivně, snižuje míru relapsu).
4. **Udržovací fáze** - v různých intervalech (měsíc, 3 měsíce) ambulantní aplikace (pacient odpoledne odchází v doprovodu domů).

## Mechanismus účinku EKT

Z hypotéz, které, byť parciálně, vysvětlovaly klinickou efektivitu, nebo které ji i ve světle vědy počátku 21. století nadále spoluvysvětlují lze uvést:

1. „konvulzivní“ (epilepsie vylučující melancholii, psychózu);
2. „antikvulzivní“;
3. klasickou monoaminovou (ovlivnění neurotransmiterů dopaminu, serotoninu a noradrenalinu);
4. změny v transmissi acetylcholinu;
5. inhibiční (gama-aminomáselná kyselina);
6. excitační (glutamát);
7. ovlivnění endogenního opioidového systému;
8. ovlivnění metabolismu tryptofan-kynurenin;
9. neuroendokrinní (thyreotropin uvolňující hormon, neuropeptid Y, substance P);
10. endokrinní (růstový faktor, kortizol, prolaktin, vassopresin);
11. imunitní (ovlivnění neuropilu - glie, či reaktantů akutní fáze, migraci leukocytů, mastocyty, změny v hematoencefalické bariéře);
12. neuroprotektivní vlivy - změny v subklinických zánětlivých procesech v centrální nervové soustavě (vyplavování pankreatický polypeptid, C-peptid, natriuretický peptid B, vyplavování interleukinu 6, tumor nekrotizující faktor alfa; suprimování interleukin 8 a 13, endotelový růstový faktor, inzulinu podobný růstový faktor I, myeloperoxidáza, sortilin-1, interferon gamma);
13. neurooneogenetické (prokázány v lokalizacích: hippocampus, habenula, amygdala, přední cingulum, temporální a frontální neokortex, hypothalamus; zprostředkované vyplavováním mozkuvého růstového faktoru, vaskulárního a gliálního růstového faktoru, deregulací proteinu p11);

14. indukce molekul bránících deterioraci nematurované neuronální tkáně (aktivované T-lymfocyty);
15. hypotézy zahrnující synaptickou a dendritickou plasticitu, vliv na arborizaci;
16. působení na interkonektivitu (pre)frontálního a temporálního kortexu;
17. změny v kortiko-subkortikální komunikaci a plasticitě;
18. neurofyziologické změny (kordance ve frontálních i kortiko-subkortikálních oblastech);
19. změny v globálním metabolismu mozku (hypermetabolický stav následovaný funkční supresí, změny v regionálním průtoku krve a spotřebě glukózy);
20. diencefalo-thalamické změny;
21. hypotézy o aktivaci genů časné odpovědi;
22. aktivace genů přímo reagujících na průchod elektrického proudu buňkou (Bienenstock-Cooper-Munro teorie) s vlivem na antiapoptotické děje;

A mnoho dalších. Ukazuje se, že i genetický polymorfismus hraje důležitou roli v účinnosti a snášenlivosti léčby, výskytu nežádoucích účinků. Elektrokonvulzivní terapie má své nezastupitelné místo v psychiatrickém armamentáriu a současné modifikace ji řadí mezi nejúčinnější a nejbezpečnější metody léčby v medicíně.

## Závěr

Platí stále ještě paradigma: Bez motorického projevu tonicko-klonických křečí (na což má vliv nejen dávka energie, dávka anestetika, užívání benzodiazepinů, antiepileptik a jiných léků a hloubka myorelaxace), jsou elektrokonvulze abortivní a klinicky neúčinkují? Vyplatí se sledovat jednodanálové EEG obou hemisfér a označit paroxysmus kratší než 20 s za abortivní?

Povede výzkum FEAST a MST, rTMS a tDCS a dalších biologických modalit ve spojení s nejmodernějšími poznatky nejen neurovizuálních disciplín k hledané "sjednocené teorii mechanismu účinku elektromagnetismu na psychopatologii člověka"?

## Odkazy

### Související články

- Biologické léčebné metody v psychiatrii
- Celková anestezie

### Zdroj

- **Autor: As. MUDr. Jakub Albrecht** (*Psychiatrická klinika 1. LF UK a VFN*)

### Použitá literatura

- Raboch J et al. Doporučené postupy v psychiatrii IV. 2014.
- Albrecht J. Biologická léčba nejen rezistentních stavů. Postgraduální medicína 2014: 6.
- Mádllová K, Kališová L, Albrecht J, Michalec J. Historický přehled vývoje elektrokonvulzivní terapie. Čes a Slov Psychiatr 2015: 6; 306-313.
- Kališová L, Kubínová M, Michalec J, Pešková B, Šimonová M, Zajícová M, Mádllová K, Albrecht J. Elektrokonvulzivní terapie a její vliv na kognitivní funkce. Čes a Slov Psychiatr 2016: 1; 36-43.
- Kališová L, Mádllová K, Albrecht J, Michalec J. Přehled používání elektrokonvulzivní terapie v České republice. Psychiatrie 2016: suppl. 1.
- Kališová L, Mádllová K, Albrecht J et al. The use of electroconvulsive therapy (ECT) in the Czech Republic. J ECT 2017; In press.
- Albrecht J, Kališová L, Mareš T et al. Známe mechanismus účinku elektrokonvulzivní terapie? Čes a slov Psychiatr 2017; 113(6): 268-277.