

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Marta Kubíková
Elektrina v lékařství

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 1 (1956), No. 5-6, 664--670

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/137361>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1956

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

ELEKTRINA V LÉKAŘSTVÍ

Učení velkého ruského vědce I. P. Pavlova o významu vnějšího prostředí pro činnost organismu vytvořilo theoretický základ pro pochopení mechanismu působení světla a elektřiny na organismus a umožnilo dále rozšířit fyzikální léčebné metody.

Nejjednodušší formou elektřiny, používanou k léčbě, je stejnosměrný elektrický proud, vyráběný suchými bateriemi, akumulátory nebo galvanickými články. Methody léčení stejnosměrným proudem, známé pod názvy galvanisace a iontová galvanisace, spolu s methodou léčení přerušovaným stejnosměrným proudem nebo impulsy, nazývanou elektrostimulací a spolu s methodou léčení statickou elektřinou, tak zvanou franklinisací, zahrnujeme do společné skupiny pod názvem metody léčení proudem nízké frekvence.

Možnost použití stejnosměrného proudu pro léčebné účely je založena na schopnosti tkání organismu vést elektrický proud. Tkáň je tvořena bílkovinou, která sama je nevodivá, ale organismus obsahuje roztoky organických i neorganických látek (krev, lymfa), které jsou dobrými vodiči elektrického proudu. Velmi dobrými vodiči elektrického proudu jsou tkáně, obsahující velké množství tekutiny, na příklad svalová tkáň. Hůře vedou elektrický proud tkáně vnitřních orgánů, nervové stvoly, mozková a tuková tkáň. Velmi špatným vodičem elektrického proudu je hrubá vláknitá spojovací tkáň, povrchová vrstva kůže a kostí. Kůže vede elektrický proud hlavně otvory, do nichž ústí potní a solné žlázy. Vlhká nebo spocená kůže je dost dobrým vodičem proudu.

Elektrický proud se přivádí k části těla, která se má podrobit jeho léčebným účinkům, prostřednictvím kovových elektrod, které se však nesmějí přikládat přímo na kůži, protože produkty elektrolysy, probíhající při průchodu proudu, by ji mohly poškodit. Proto se pod kovové elektrody vkládají dostatečně silné destičky z dobře smáčivého materiálu, které se předem navlhčí teplou vodou. Tyto destičky zachytí produkty elektrolysy. Kovové elektrody a ochranné destičky se připevňují pružným obinadlem.

Elektrody mají různý tvar a velikost podle toho, kam se přikládají. Intenzita proudu při místní galvanisaci bývá od 5—8 mA do 15—20 mA. Na kůži pod elektrodou se pociťuje slabé píchání nebo lehké pálení jako pod hořčičnou náplastí. V místech porušené pokožky, jako jsou poškrábaná místa, opary, uhry a pod., se koncentruje proud a může dojít k místnímu popálení. Proto se tato místa pokrývají kousky gázy, nasycené vaselinou, která nevede elektrický proud a která tak chrání poškozenou pokožku před popálením.

Kromě místní galvanisace se provádí tak zvaná celková galvanisace, při níž se používá elektrod ve formě čtyř van, naplněných teplou vodou, do nichž nemocný ponoří ruce po lokty a nohy po kolena. Je to tak zvaná hydrogalvanisační vana. Ve vaně jsou uhlíkové elektrody, připojené ke zdrojům proudu. Při tomto způsobu se zvětší povrch, kterým prochází elektrický proud, a kůže, navlhčená teplou vodou, je vodivější. Používá se elektrického proudu o intenzitě 50—60 mA, někdy i větší.

Organická tkáň obsahuje roztoky neorganických látek — elektrolytů. Elektric-

ky proud je tvořen řetězem elektricky nabitých částic — iontů, které se pohybují elektrolytem nepatrnou rychlostí od jedné elektrody k druhé. V důsledku pohybu iontů dochází v organismu k fyzikálně chemickým změnám prostředí. Vlivem těchto změn působí na konce nervů dráždivé impulsy, které se přenášejí do centrální nervové soustavy a vyvolávají odpovídající reakci organismu na působení proudu. Elektrický proud na rozdíl od jiných fyzikálních faktorů působí též na konce nervů uložených hluboko v tkáních a orgánech, náležejících k vegetativnímu nervstvu.

K nejvýraznějším reakcím organismu na působení stejnosměrného proudu náleží rozšíření krevních cév nejen v místě, kde jsou uloženy elektrody, ale i ve vzdálenějších místech, v mozku. Prostřednictvím nervové soustavy může elektrický proud působit na činnost různých žláz s vnitřní sekrecí atd. Nejvýznamnější je účinek galvanického proudu na část nervové soustavy, ovládající výměnu látek a výživu tkání.

Iontová galvanisace využívá pohybu elektricky nabitých částic působením elektrického proudu k zavádění různých léků ve formě iontů do organismu. Ochranné podložky pod kovové elektrody, přikládávané na kůži, se v tomto případě navlhčují slabým roztokem léku, který má být zaveden do organismu. Lék se umístí na elektrodách podle polaritý částic, tvořících se v elektrolytu. Se strany anody se zavádějí kladně nabitě ionty kovů (na příklad sodíku, vápníku a j.) a částice některých sloučenin (na příklad chinin, novokain, sulfidyn), se strany katody záporně nabitě ionty halogenů a radikály některých kyselin.

Na rozhraní ochranné podložky a pokožky nastává výměna iontů. Do těla vycházejí ionty léků, do podložky ionty tkání. Následkem malé rychlosti pronikají ionty jen do malé hloubky a udržují se v podkožní buničině, vytvářejíce kožní zásobárnu iontů. Odtud se ionty postupem času šíří do celého organismu. Šíření iontů může probíhat po mnoho dní a týdnů, čímž se dosahuje dlouhého a trvalého působení léku. Toho nelze dosáhnout léky, zaváděnými do organismu zaživacím traktem, kde léčiva podléhají různým chemickým změnám a kde ionty mohou ztratit elektrický náboj a změnit se v atomy, které mají v některých případech jiný účinek než ionty.

Galvanisace a iontové galvanisace se velmi používá při léčení onemocnění periferní nervové soustavy, na příklad při zánětech nervových stvolů a nervových kořínků, při onemocnění svalů, při svalových křečích, při nemocech kloubů, zvláště rheumatického a podagrického původu atd. Galvanisace a iontové galvanisace se používá také při léčení centrální nervové soustavy, na příklad při bolestech hlavy, při migréně, k léčení sklerosy a při jiných onemocněních míchy. Těmito metodami se léčí různá nervová onemocnění vnitřních orgánů, zvláště srdce. Používá se jich při léčení zánětlivých onemocnění zaživacích orgánů, pohlavních orgánů, čidel, některých kožních nemocí atd.

Přerušování stejnosměrného elektrického proudu vyvolává stažení svalu, na němž je uložena elektroda. Na tomto jevu je založena metoda vyšetřování nervových stvolů a svalů při jejich onemocnění nebo poranění, tak zvaná elektrodiagnostika. Použitím elektrických proudů různého charakteru, na příklad stejnosměrného nepřerušovaného nebo přerušovaného s různou frekvencí přerušování, je možno podrobně zjistit stav nervů a svalů.

Důležitým ukazatelem je při tom rychlost reakce na elektrické podráždění. Zdravý sval se zkrátí po velmi krátkém impulsu, trvajícím pouze několik setin vteřiny. Pomocí impulsů různé délky nebo podle toho, stahuje-li se sval nebo nikoli, lze zjistit jeho stav. Tato metoda elektrodiagnostiky se nazývá chronaximetrie. Kromě chronaximetrie existují i jiné metody elektrodiagnostiky.

Na dráždivém účinku elektrického proudu na svalovou tkáň je založena také tak zvaná elektrogymnastika nebo elektrostimulace svalů. Elektrickým proudem se cvičí svaly, aby neztrácely sílu při poruše příslušných nervových stvolů. Přitom se podle stupně poranění používá rytmicky se opakujících proudových impulsů různé frekvence a různé délky.

Elektrostimulace se provádí elektronickým přístrojem, připojeným na světelnou síť.

Elektrostimulace se používá pro léčení traumatických úrazů a chronických nemocí svalstva podpůrně pohybového systému. Léčby elektrostimulací se používá také při poruchách čidel nervové soustavy a při funkčních poruchách ve svalech, spojených se změnami v centrální nervové soustavě.

V poslední době se elektrostimulace začíná používat k léčení různých úrazů vnitřních orgánů, zvláště při nedostatečné činnosti střev, močového měchýře a dělohy.

Velký význam má elektrostimulace svalů, uplatňujících se při dýchacích pohybech. Dýchací pohyby jsou řízeny centrální nervovou soustavou a při úrazu určitých úseků centrální nervové soustavy se dýchání přeruší. Drážděním nervového stvolu, řídicího dýchací pohyby, pomocí impulsu elektrického proudu se provádí umělé dýchání.

Elektrostimulace je možno použít také při obnovení činnosti srdečního svalu při jejím náhlém přerušení.

Umělé uspávání pacientů před operací, nebo při chorobách provázených nespavostí, se provádějí nejčastěji různými chemickými prostředky. Ty však mohou mít někdy škodlivé účinky.

Umělého snu je však možno dosáhnout též pomocí elektrického proudu. Zatím co stejnosměrným proudem lze uspat na příklad žábu, u teplokrevných živočichů (na příklad u psa nebo u králíka) je možno umělého snu dosáhnout pouze přerušovaným stejnosměrným proudem. Důležité je, že narkosa provedená elektrickým proudem nemá pro organismus škodlivých následků.

U člověka lze elektronarkosu dosáhnout přiložením elektrod na čelo a na bedra, aby elektrický proud působil na celou centrální nervovou soustavu, na mozek i na míchu. Při proudové intenzitě 60—80 mA nastává u člověka zvláštní stav celkové ztrnulosti a nehybnosti, při čemž se snižuje citlivost vůči bolesti, na příklad píchnutí jehlou, rozříznutí kůže skalpelem a podobně. Při provádění složitých operací však tento stupeň narkosy ještě nedostačuje a proto metoda elektro-narkosy vyžaduje dalšího zdokonalení.

Podle I. P. Pavlova může být sen vyvolán dlouhodobým působením různého rytmického dráždění, na příklad zvukového, světelného, mechanického atd. Na tomto principu je založena také metoda elektrického snu. Na nervové buňky mozku působí impulsy elektrického proudu malé intesity. Jedna elektroda se přikládá na zavřené oči pacienta, druhá za uši. Toto uložení elektrod je nejvýhodnější pro přivádění elektrického proudu k mozkovým buňkám. Používá se impulsního elektrického proudu nízké frekvence, asi 10 impulsů za sekundu, při čemž jednotlivé impulsy jsou kratší než tisícina vteřiny. Intenzita proudu se volí podle citlivosti nemocného, který musí pociťovat slabé vibrace v očních víčkách, jež však nemají rušit usínání. Sen trvá 1¹/₂—2 hodiny při působení proudu. Mnohdy však pokračuje i po vypnutí proudu.

Methody elektrického snu se začalo používat ve fyzioterapii poměrně nedávno a není proto možno předvídat všechny oblasti jejího léčebného použití. Velký význam má tato metoda již nyní při léčbě různých nervových nemocí, prováze-

ných nespavostí. Dobrých výsledků bylo dosaženo též u různých psychických nemocí. Zkoumá se působení elektrického snu při léčbě žaludečních vředů a jiných chorob.

V atmosféře existují drobné nabité částice, tak zvané aeroionty, které vznikají působením radioaktivních látek v kůře zemské, ultrafialových slunečních paprsků, kosmického záření atd. Množství aeroiontů ve vzduchu se zvětšuje při působení vysokého napětí, tedy na příklad za bouřky. Aeroionty se působením elektrického napětí pohybují velkou rychlostí a nárazy na atomy a molekuly vzduchu tyto ionisují. Aeroionty je bohatý zejména vzduch u moře, u velkých vodních nádrží, u vodopádů a pod. Aeroionty ve vzduchu jsou důležitým faktorem při lázeňském léčení, zejména v přímořských oblastech. Aeroionty, zvláště záporně nabitě, mají blahodárný účinek na lidský organismus, a může se jich používat jako léčebného prostředku při některých onemocněních.

Aeroionty se vyrábějí uměle působením statické elektřiny. Léčebná metoda, používající uměle vyráběných aeroiontů, se nazývá franklinisace nebo též elektrostatická sprcha. Je založena na působení elektrického pole a slabého elektrického výboje mezi elektrodami, na něž je přiloženo vysoké napětí, na organismus.

Pacient při léčbě franklinisací sedí na židli a nohy má na kovové desce, která je spojena s jedním pólem zdroje vysokého napětí. V určité výši nad hlavou pacienta je druhá elektroda ve tvaru pavouka s kovovými hroty. Na hrotech se zvyšuje hustota elektrického náboje a nastává sršení elektřiny do vzduchu. Mezi elektrodou a hlavou pacienta vzniká tichý elektrický výboj. Na celé tělo pacienta, především na hlavu a záda působí elektrické pole.

Pole působí na elektrické náboje v atomech a molekulách látek tvořících tkáň organismu. Tím jsou ionty uvedeny do pohybu a vzniká elektrický proud. Elektrické náboje, vázané s nehybnými částicemi látky, se budou působit sem a tam (nastane polarisace) a následkem toho se poněkud změní fyzikální vlastnosti látky.

Tok vzdušných iontů působí na konečky nervů, vysoce citlivou pokožku obličej a zad. Kromě toho nemocný vdechuje vzduch obohacený ozonem. Léčebný účinek franklinisace je dán komplexním působením obou těchto faktorů.

Franklinisace se používá při léčbě neurasthenie, podrážděností, přepracování a pod. Dobrých účinků se dosahuje též při léčbě bronchiálního astma.

Pro franklinisaci je třeba vysokého napětí řádu 40—50 tisíc voltů. Dnešní přístroj je založen na principu usměrňování střídavého proudu světelné sítě kenotrony. Napětí světelné sítě se nejprve transformuje na několik desítek tisíc voltů a pak se proud usměrňuje vysokonapětovými kenotrony a přivádí k elektrodám. V obvodu jsou zapojeny speciální elektrické odpory o velikosti několika milionů ohmů, které omezují intenzitu proudu.

Další velkou skupinou léčebných method jsou metody, používající střídavého proudu vysoké frekvence. Velký význam mají zejména jevy, spojené s elektromagnetickým polem, vznikajícím v prostředí kolem vodiče, jímž protéká proud vysoké frekvence. Vysokofrekvenční kmity elektromagnetického pole mají velmi příznivý vliv na organismus.

Při léčbě proudy nízké frekvence není možno využít tepelného účinku proudu, protože intenzita používaného proudu je příliš malá, takže vyvinuté teplo je nepatrné. Vyšší intenzity nelze použít, protože by to mělo škodlivé následky pro lidský organismus. Podrobným studiem bylo zjištěno, že čím je kratší doba působení proudu, tím menší je dráždivý účinek na organismus. Krátkodobý proudový náraz, trvajícím nejvýše štotisícinu vteřiny, nemá ani při značné intenzitě

proudu škodlivý účinek na organismus a teplo vyvinuté při průchodu proudy je dost velké.

Výhodou tepelné léčby pomocí elektrického proudu vysoké frekvence je, že se ohřívají i tkáně a orgány uložené hluboko v těle, zatím co při použití parních, vodních nebo světelných lázní se teplo přivádí k organismu zvenčí a ohřívají se jen povrchové tkáně. Další výhodou je, že ohřev pomocí elektrického proudu vysoké frekvence je velmi podobný přirozenému vzniku tepla v organismu při výměně látek. Teplo přicházející zvenčí však vyvolává činnost mechanismu regulujícího tělesnou teplotu, takže k ohřátí hluboko uložených tkání vnějším teplem je třeba dlouhé doby, organismus se unaví ve snaze udržet svou původní teplotu a zvýšená teplota tkání po skončení procedury rychle mizí. Naproti tomu při použití proudu vysoké nebo ultravysoké frekvence se ohřevu tkáně dosáhne v krátké době, organismus se neunaví a zvýšená teplota tkání se udržuje ještě dlouho po skončení procedury.

Léčebná metoda založená na tomto principu se nazývá diathermie. Na obnaženou část těla se přikládají kovové destičky, které se přiváží k tělu obvazem nebo zatíží polštářkem s pískem a spojí se zdrojem proudu vysoké frekvence.

Při místní diathermii se používá proud o intenzitě 1A až 1,5—2A podle plochy elektrod. Použití této metody je částečně omezeno tím, že elektrody musí velmi dobře přiléhat na pokožku, aby nedošlo k místnímu přehřátí a popálení. Na pokožce nesmějí být proto škrábnutí, oděrky a pod.

Tato nevýhoda je odstraněna v tak zvané induktothermii, zvané též krátkovlnná diathermie. Působí-li na tkáně organismus magnetické pole, vyvolané proudem vysoké frekvence, indukuje se v nich elektrický proud a vzniká teplo. Používá se frekvence 12—15 milionů Hz, což odpovídá vlnám délky 25—20 m. Jako elektrod se užívá dobře izolovaného kabelu, stočeného do válcové spirály, která obklopuje vyhřívanou část těla, nebo se používá ploché spirály, která se přikládá na příslušné místo. Při léčbě hlavy se používá ploché cívky uzavřené v krabici z umělé látky.

Diathermie a induktothermie má velmi příznivý vliv na organismus. Teplo působí na centrální nervovou soustavu a vyvolává rozšíření krevních cév. Zesiluje se oběh krve, lymfy a ostatních tkáňových tekutin, nastává intenzivní výměna látek a následkem toho vydatnější výživa tkání a zvětšení ochranných sil organismu. Zvyšuje se množství antibakteroidních látek v organismu. Následkem zvýšení tělesné teploty se zrychluje puls a dýchání, nastává zvýšené vyměšování potních žláz, snižuje se krevní tlak, zvyšuje se srážlivost krve atd.

Léčebného tepelného účinku diathermie se používá při léčbě různých nehnisavých zánětů, na příklad jater, žlučníku, ženských pohlavních orgánů, dále záneřlivých chorob uší, nosu, nemocí střevních atd.

V poslední době byla sovětskými vědci a lékaři vypracována nová metoda, využívající tepla vzniklého při průchodu vysokofrekvenčního elektrického proudu tkáněmi organismu, tak zvaná chirurgická diathermie. Používá se jí k odstranění tkání zasažených různými nemocemi. Protože při této metodě je potřeba velkého množství tepla, je aktivní elektroda velmi malá, takže proudová intenzita dosahuje značných hodnot. Druhá neutrální elektroda má velký povrch a umisřuje se kdekoliv v blízkosti aktivní elektrody. V důsledku velké proudové hustoty pod aktivní elektrodou vzniká velké množství tepla, takže se okamžitě vysuší všechna vlhkost v buňkách tkáně a tkáň se rozsekne. Následkem vysoké teploty se krev sráží a rána nekrváčí. Kromě toho ničí vysoká teplota choroboplodné bakterie v ráně a činí tak operaci »sterilní«.

Methody elektrochirurgie nabyly široké uplatnění zejména při operacích orgánů a tkání, při nichž snadno nastává silné krvácení.

Přístroje pro chirurgickou terapeutickou diathermií jsou dost složité. Základem je generátor proudu vysoké frekvence. Dříve se používalo tak zvaného jiskrového generátoru kmitů, nyní se užívá generátorů elektronických. Aparatura je vybavena zařízením pro zmenšení rušení rozhlasu.

Na účincích elektromagnetického pole vysokofrekvenčního elektrického proudu je založena tak zvaná darsonvalisace. Na rozdíl od diathermie používá darsonvalisace impulsů vysokého napětí o velmi malém výkonu, takže vznikající teplo je nepatrné.

Při celkové darsonvalisaci se pacient položí do velké indukční cívky. Vysokofrekvenční elektromagnetické pole působí zejména na činnost centrální nervové soustavy. Proto se darsonvalisace používá při léčení různých nervových chorob.

Místní darsonvalisace se provádí pomocí elektrody, která se přímo dotýká pacientova těla. Pro měkčí účinek se používá speciální vakuové elektrody. Elektroda má různý tvar podle části těla, na kterou se přikládá. Při pohybu elektrody je vysokofrekvenční výboj mezi elektrodou a pokožkou silnější. Místní darsonvalisace podporuje výměnu látek a zlepšenou výživu tkání atd. Používá se jí hlavně při léčbě oslabené činnosti srdečního svalu, při srdeční neurose, při onemocnění svalů, cév, k léčení hemeroid, pomalu se hojících ran, řady kožních nemocí atd.

Léčení elektrickým polem ultravysoké frekvence je založeno na polarisaci molekul nevodivých látek v organismu. Elektrické pole ultravysoké frekvence vyvolá kmity nabitých částic, provázené vývinem tepla. Stupeň ohřátí závisí na elektrické vodivosti tkání a na frekvenci elektrického pole. Při ultravysokofrekvenční terapii se používá přístrojů o výkonu 50 W.

Léčená část těla se vloží mezi dvě ploché elektrody, pokryté isolační vrstvou a nesené speciálními držáky. Elektrody jsou spojeny se zdrojem ultravysoké frekvence. Používá se frekvence řádu 40—50 MHz.

Této metody se používá hlavně při léčbě zánětlivých onemocnění hnisavých i nehnisavých. Léčivý účinek elektrického pole ultravysoké frekvence se při tom projevuje ve zlepšeném zásobování tkání krví, ve zlepšeném krevním složení, ve zvýšeném počtu bílých krvinek atd.

Možnosti použití elektriny v lékařství jsou velké. V článku hovoříme především o použití elektriny při léčbě samé. Je však v lékařství celá řada přístrojů elektrických a hlavně elektronických (o některých z nich se ještě zmíníme), které, i když neslouží přímo k léčbě, jsou jedním z nejdůležitějších činitelů v dnešní lékařské vědě.*) Neustále se hledají nové metody a zdokonalují se již používané.

V elektroterapii proudy nízké frekvence se zkoumají nové metody elektrodiagnostiky pomocí impulsních proudů. Pracuje se na nových metodách elektrostimulace, zdokonalují se metody uspávání pomocí elektrického proudu — elektrický sen a elektronarkosa. Byly vypracovány nové metody zavádění léčiv do organismu pomocí elektrického proudu.

V elektroterapii proudy vysoké frekvence se pracuje na konstrukci nových elektronických přístrojů pro darsonvalisaci a pro léčbu ultravysokou frekvencí. Hledají se nové metody k léčebnému využití účinku velmi krátkých elektromagnetických vln na organismus. Ve fyzikální léčbě se začíná používat ultrazvuku při léčení místních hnisavých zánětů.

Úspěchy nukleární fyziky přispěly rovněž k dalšímu obohacení fysotherapie.

*) Blíže se s nimi může čtenář seznámit na příklad v knize J. Ipsera — O. Valenta, *Elektrina v lékařství*, vydal EŠC 1949.

Léčebné účinky záření přirozených radioaktivních prvků, hlavně radia, byly již dříve známy. Širší využití radia k léčebným účelům bylo však omezeno jeho vzácností. Dnes se používá radioaktivních látek uměle vyrobených. K léčení nádorů se používá radioaktivního kobaltu, k léčení krevních nemocí radioaktivního fosforu, k léčení nemocí štítné žlázy radioaktivního jodu atd. Dále se používá tak zvaných radioaktivních indikátorů ke studiu výměny látek v organismu. Tato metoda »značkových atomů« je založena na tom, že atomy umělých radioaktivních látek v období radioaktivního rozpadu se stávají »značkovými« a vhodnými přístroji lze snadno sledovat jejich pohyb v těle.

Přes všechny dosažené úspěchy existuje však i řada nedostatků, týkajících se hlavně elektronických přístrojů používaných při fyzikální léčbě. Všimněme si v závěru některých z nich a zároveň i cesty vedoucí k jejich odstranění.

V diagnostice jsou velmi rozšířeny přístroje pro zesílení a registraci malých elektrických napětí, vznikajících při činnosti srdce, mozku, svalů atd. Elektrokardiograf zesiluje napětí řádu milivoltů, vznikající při stazích srdečního svalu, a registruje je na fotografickou desku. Elektroencefalograf zesiluje nepatrné napětí, vznikající v kůře mozkové, a zapisuje je. Elektromiograf zesiluje a registruje elektrické potenciály vznikající při stazích svalstva. Společným nedostatkem všech těchto přístrojů je složitá konstrukce a ovládání, skreslení tvaru zesilovaných impulsů a velká citlivost na elektrické poruchy všeho druhu. Bylo by třeba sestavit jednoduché neskreslující elektrokardiografické a elektroencefalografické zařízení s přímým zápisem na pás, napájené plným napětím střídavé sítě.

Důležitý je požadavek konstrukce jednoduchých přístrojů pro měření elektrického odporu tkání organismu, pro měření teploty kůže, intensity vyměšování potu a pod. Dnešní přístroje jsou složité a nepracují dost spolehlivě. Základní potíží na příklad u přístroje pro měření elektrického odporu kůže a vnitřních tkání a orgánů je, že živé tkáně mají komplexní elektrický odpor. Nedostatkem přístrojů pro měření teploty je příliš velká setrvačnost. Dále je nutno sestavit moderní a dokonalejší přístroje pro výrobu proudových impulsů různého tvaru a věnovat pozornost zejména možnosti přesného dávkování proudu procházejícího lidským organismem. Přístroje pro léčbu proudem vysoké a ultravysoké frekvence musí být vybaveny zařízením pro zmenšení rušení rozhlasu. U metod používaných elektrického pole velmi vysoké frekvence je nutno zdokonalit měření výkonu pohlceného organismem. Tento problém je velmi důležitý, protože různé dávky energie mohou vyvolat v organismu různé reakce, někdy úplně jiné, než bylo požadováno. Široké možnosti použití má elektrotechnika také ve výrobě léčiv, v její mechanisaci a automatizaci.

I z tohoto stručného přehledu o některých možnostech použití elektřiny v lékařství je vidět, jak nesmírný je význam elektřiny, která pronikla do všech oborů lidského vědění a která dochází stále většího uplatnění.

Literatura:

- N. M. Livencev, J. A. Abrikosov, Z. A. Kirillova, *Električestvo na službě zdravotva*, Medgiz, Moskva 1956;
P. Gusenkov, *Primeněnie elektroniki v medicině*, Radio, 1956, č. 4.

Marta Kubíková