

616.441:616.831-073.97:159.946.3.07

ELEKTROENCEFALOGRAM A INDEXOVÉ CHARAKTERISTIKY ŘEČI U TYREOPATIÍ*)

Pplk. MUDr. Jiří ŠULC, CSc.

Ústav leteckého zdravotnictví, Praha
(náčelník: plk. MUDr. Miroslav Haňka)

Při studiu fyziologických mechanismů, odpovědných za změny řečového signálu v emočně náročných situacích jsme měli příležitost vyšetřit též skupinu 59 nemocných s chorobami štítné žlázy, hospitalizovaných na radioizotopovém oddělení Výzkumného ústavu endokrinologického. Část z nich byla vyšetřena opakovaně. Při každém sezení jsme pořizovali elektroencefalografický záznam v klidu a po čtyřminutové hyperventilaci a současně jsme od každého pacienta získali standardní hlasové vzorky, které jsme dále analyzovali na sonografu.

Cílem experimentu bylo v první řadě zjistit, jak působí hyperventilace na některé základní akustické vlastnosti řečového signálu, řazené do kategorie tzv. indexových charakteristik řeči (2). Kromě toho jsme se však současně mohli na základě získaných podkladů vyjádřit též k otázce informační hodnoty elektroencefalografie a elektroakustického rozboru řeči při hodnocení dynamiky chorobného procesu ve štítné žláze. Máme za to, že dosažené výsledky budou zajímat širší klinickou veřejnost, a proto jsme se rozhodli k jejich publikaci.

Materiál a metodika

Elektroencefalografie. EEG záznamy jsme pořizovali ve 12 longitudinálně zapojených bipolárních svodech na přístroji Galileo E 18b. Elektrody na lebce byly rozmístěny podle mezinárodního schématu „10–20“. Vyšetření probíhalo vsedě, při zavřených očích. Pacient, předem seznámený s významem a technikou procedury, se nacházel ve zvukově částečně odstíněné komoře, osvětlené umělým světlem. Kontakt mezi vyšetřovaným a experimentátorem byl zajištěn pomocí mikrofону a reproduktoru.

Během zhruba desetiminutového klidového záznamu jsme u každého probanda provedli dvakrát zkoušku reakce zástavy alfa rytmu pokynem k otevření očí na 10 sekund. Potom následovala čtyřminutová hyperventilace. Dechovou frekvencí jsme se snažili udržet pokud možno konstantní v rozsahu 22–25 dechů za minutu; experimentátor současně kontroloval, zda vyšetřovaný dýchá skutečně s maximální hloubkou vdechu a výdechu. Při prvních znám-

kách ochabování byla pokusná osoba ihned vyzvána, aby své dechové úsilí zvýšila.

Klidový a hyperventilací aktivovaný záznam jsme potom analyzovali jednak tradiční metodou klinického popisu, jednak výpočtem hodnoty alfa indexu a průměrné amplitudy alfa vln z levého okcipitálního svodu. (Alfa index udává počet vln alfa ve 100sekundovém souvislém záznamu. Průměrná amplituda alfa vln byla hodnocena ze stejného úseku grafu jako alfa index; vyjadřuje se v mikrovolttech).

Sonografie. Ke zjištění indexových charakteristik řeči, jež jsou nositeli informace o některých biologických a psychologických znacích mluvcího, sloužila standardní věta „Vašek pil vodu“. Proband ji pronesl nejprve před zahájením registrace elektroencefalogramu a potom znovu maximálně 5 sekund po skončení hyperventilace. Magnetofonový záznam věty jsme dále zpracovali na analyzátoru akustického spektra Sona—Graph 6061 B. Postupem, popsaným v dřívějších pracích (14, 15), jsme stanovili průměrnou frekvenci základního tónu hlasu (F_0), krajní meze pohybu F_0 , neboli hlasový diapazon (D) a expirační rychlost řeči (ER).

Výsledky

Podle aktivity štítné žlázy v době vyšetření byl soubor 59 osob rozdělen do následujících tříd: 0 — eufunkce, 1 — hypometabolismus, 3 — těžký hypometabolismus, 2 — hypermetabolismus, 4 — těžká tyreotoxikóza. Klinické třídění provedla MUDr. D. Pohunková z radioizotopového oddělení VÚE v Praze.

36 probandů bylo vyšetřeno opakovaně.

Elektroencefalografie. Získali jsme 98 klinicky hodnotitelných EEG záznamů, z nichž však jen 87 bylo možno zpracovat také kvantitativně. U zbytku úplně chyběla alfa aktivita a výpočet alfa indexu a amplitudy alfa vln byl proto nemožný.

Podle celkového charakteru elektroencefalogramu bylo 43 (44%) záznamů normálních, 29 (30%) hraničních a 26 (26%) abnormních. Podrobnou distribuci EEG nálezů v závislosti na aktuálním stavu funkce štítné žlázy ukazuje tabulka 1.

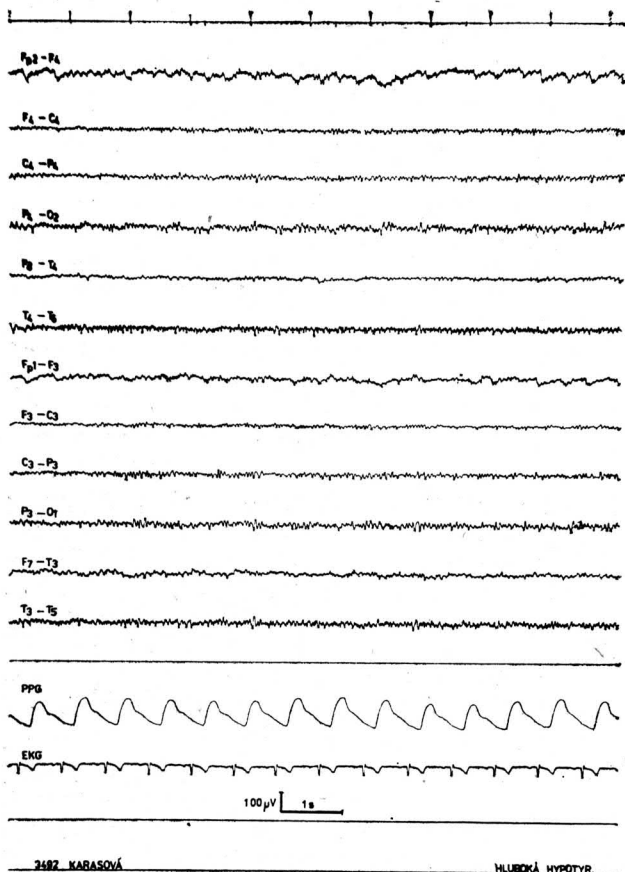
Jako hraniční jsme označovali záznamy s frekvenčně nestálým a tvarově polymorfním klidovým alfa rytmem, ve kterých se střídaly úseky alfa a beta aktivity a které obsahovaly nevelký podíl frekvencí z pásma theta. Do

*) Předneseno na semináři Výzkumného ústavu endokrinologického v Praze dne 10. ledna 1980.

Tab. 1

Skupina	n	Normální	Hraniční	Abnorm.
0	35	17	9	9
1	10	6	3	1
3	40	19	10	11
2	4	0	2	2
4	9	1	5	3
Σ	98	43	29	26

skupiny abnormních grafů jsme zařadili všechny záznamy s výraznou dominací generalizované beta aktivity (obr. 1) a dále zápisy s hrubými, pomalými vlnami.



Obr. 1 Generalizovaný beta rytmus u nemocné s hlubokou hypotyreózou. Frontálně theta aktivita

Změny EEG obrazu po zásazích, ovlivňujících funkci štítné žlázy, jsme měli příležitost posoudit u 24 (41%) pacientů. 16 z nich se k prvnímu vyšetření dostavilo s diagnózou těžkého hypometabolismu a při druhém vyšetření dosáhlo eufunkce štítné žlázy. První EEG záznam byl hraniční nebo abnormní v 62,5%, druhý již jen ve 37,5%.

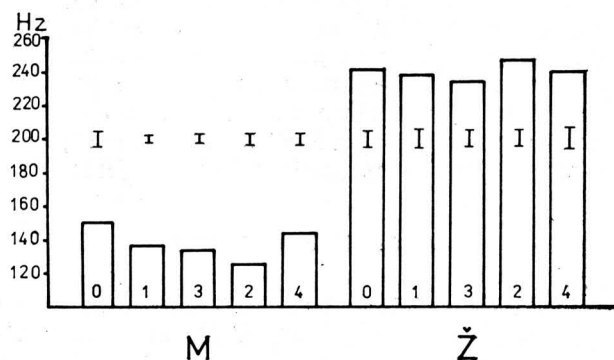
U dalších 5 nemocných byl nejdříve pořizován elektroencefalogram ve stavu eufunkce a další při hluboké hypofunkci štítnice. Změna metabolismu ovlivnila charakter bioelektrické aktivity mozku tak, že u jednoho nemocného se původně normální záznam zhoršil, kdežto u jiného nastala opačná změna. Elektroencefalogramy dalších 3 pacientů byly při obou vyšetřeních hodnoceny jako normální.

2 abnormní grafy u zbývajících 3 pacientek s těžkou tyreotoxikózou se po úpravě klinického stavu znormalizovaly. U třetí nemocné byl při obou vyšetřeních EEG normální.

Statistický rozbor kvantitativních charakteristik EEG (alfa indexu a amplitudy alfa vln) ukázal, že nedokázal s potřebnou citlivostí diferencovat charakter základní metabolické poruchy nejen v nativním grafu, ale ani v záznamu aktivovaném hyperventilací. Druhá ze zmíněných veličin však dobře reagovala na hypokapnický podnět.

Sonografie. Zpracovali jsme 106 vzorků kontrolních vět a stejný počet vět po hyperventilaci.

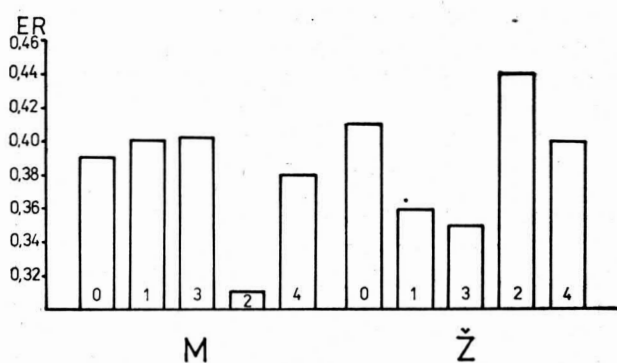
Srovnáním absolutních hodnot průměrné výšky základního tónu hlasu (F_0), expirační rychlosti řeči (ER) a do jisté míry i hlasového



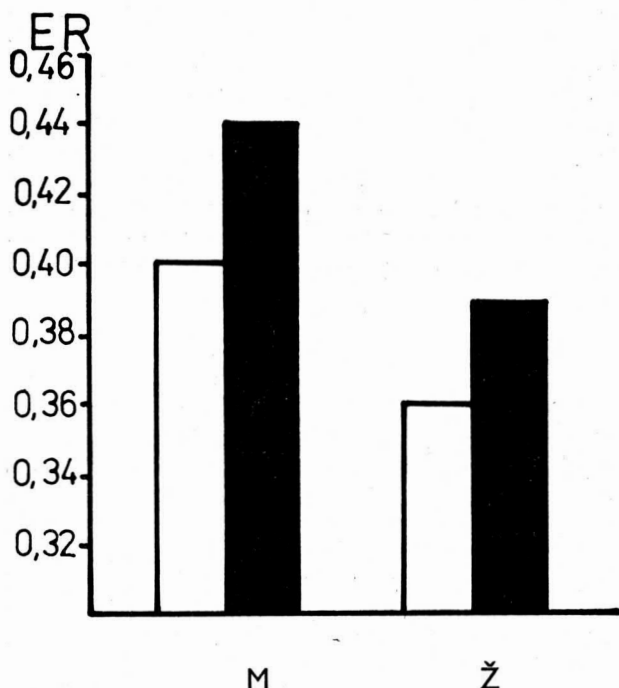
Obr. 2 Průměrná hodnota základní výšky hlasu (sloupce) a hlasového diapazonu (úsečky) u sledovaného souboru. Čísla ve sloupcích označují klinickou diagnózu

diapazonu (D) zjišťujeme, že v zásadě odpovídají klinické zkušenosti (především u žen). S prohlubováním hypofunkce se hlas posouvá do nižších poloh a řeč je pomalejší, kdežto u hyperfunkce pozorujeme změny opačné (obr. 2 a 3). Pro malý počet pozorování v některých podskupinách však hladiny statistické významnosti ($p < 0,01$) dosáhl jen zpomalení ER u žen s těžkým hypometabolismem v porovnání s eufunkčním stavem.

Změny indexových charakteristik řeči po hyperventilaci byly minimální. Mírný vzestup základní frekvence hlasu, který jsme pozorovali u většiny vyšetřovaných, byl statisticky významný ($p < 0,05$) jenom u žen s eufunkcí štítné žlázy. Hlasový diapazon nebyl hyperventilací ovlivněn prakticky vůbec. Za nejpozoruhodnější nález považujeme statisticky



Obr. 3. Expirační rychlost řeči u sledovaného souboru



Obr. 4. Statisticky významný vzestup expirační rychlosti řeči po hyperventilaci u pacientů s hypometabolismem

významné ($p < 0,05$) zrychlení expirační rychlosti řeči u mužů i žen s hypometabolismem (obr. 4). Relativní přírůstek byl v obou případech prakticky shodný a činil 10, resp. 8 %.

Diskuse

Práce zasvěcené vztahům mezi charakterem bioelektrické aktivity mozku a činností štítné žlázy (ty nejstarší pocházejí již z poloviny 30. let) dospívají k následujícím závěrům.

1. Podání thyroxinu a preparátů ze štítné žlázy vyvolává zrychlení základní elektrické aktivity mozku. Toto zrychlení však nekoreluje jednoduchým způsobem se stupněm základní výměny látkové (8). Lesný se spolupracovníky referoval v r. 1953 o úspěších při ovlivňování delta vln, vyvolávaných edémem mozku, intravenózní aplikací tohoto hormonu (5). Thyroxin současně redukoval počet theta vln a někdy

i epizodickou epileptickou aktivitu, jež k mozkovému otoku neměly vztah.

2. Pokles inkretorické funkce štítné žlázy má za následek zpomalení frekvence alfa vln, monomorfnost rytmu (8), objevují se roztroušené theta a někdy delta vlny. Nízká amplituda je činí málo výraznými a záznam lze někdy prohlásit za skutečně abnormální teprve po srovnání s premorbidním EEG nálezem nebo s elektroencefalogramem, pořízeným po uzdravení (12). U dětí bývá záznam modifikován ve smyslu regrese k nižšímu vývojovému stupni (4).

3. EEG obrazy u hypertyreózy a hypotyreózy lze považovat, byť s určitou rezervou, za modelové zvýšení, resp. snížení excitačního stavu centrálního nervového systému (7).

4. U hypertyreózy bývají EEG změny vyjádřeny relativně nápadněji než u hypotyreózy (6).

5. Při hypertyreoidismu může ukázat srovnání s premorbidním EEG zvýšení frekvence alfa rytmu při současném celkovém úbytku alfa vln (tedy při snížení alfa indexu). Značně přibývá beta aktivity (15 — 30 Hz), hlavně v centrální krajině; mohou se objevit ploché theta vlny (12). Přítomnost pomalých vln signalizuje hrubší poruchu CNS, vyvolanou změněným metabolismem mozkové tkáně (6). Podle jiných autorů je podíl theta aktivity srovnatelný s poměry u zdravé populace (7, 13). Nápadně se mění EEG profil spánku tím, že dochází k excesivnímu zmnožení podílu 3. a 4. stádia (1).

6. Po úspěšné léčbě hypertyreózy se EEG obraz rychle vrací k normálu (6). Nevšimál a Roth se spolupracovníky (6, 7) hodnotí citlivost elektroencefalografie při monitorování stavu pacienta s hypertyreózou výše než senzitivitu ostatních klinických testů. „Normalizace“ je však často jenom relativní a netýká se všech komponent změněného elektroencefalogramu. Po nasazení léčby se velmi brzy upravuje dominantní frekvence (9), signifikantně ubývá paroxysmální aktivity a rychlých frekvencí, ale pomalé rytmy ze záznamu často nemizí ani poté, kdy pacienta lze označit za klinicky zdravého (17).

7. U hypotyreózy, jak bylo uvedeno již v bodě 2, se nejčastěji popisuje patologické zpomalení až úplný rozpad alfa rytmu a jeho nahrazení plochými vlnami nízké frekvence (7, 10, 12). Vesměs však bývají změny u dospělých pacientů označovány jako malé (6, 10). Někdy jsou v záznamu přítomny povrchní spánkové rytmy. V těchto případech se rovněž pozoruje negativní nebo paradoxní reakce zástavy a normalizace grafu po hyperventilaci (6).

8. Smoldaka se spolupracovníky (10) rozdělil EEG nálezy u hypotyreózy do 3 skupin. První skupinu (48%) tvořily záznamy s dominantním alfa rytmem 7 — 10 Hz a s absencí jinak běžné beta aktivity ve frontálních svodech. Třetina vyšetřených osob měla základní ryt-

mus nepravidelný ve zmíněných frekvencích, ale pravidelný v pásmu na přechodu sub-alfa a theta aktivity (tj. 7 — 6 Hz). Druhou skupinu (38%) charakterizoval po elektroencefalografické stránce normální záznam bioelektrické aktivity mozku s výraznou reakcí zástavy. Střední frekvence alfa rytmu se pohybovala spíše při horní hranici normy, tj. mezi 9 — 11 Hz, popřípadě i výše. Do třetí skupiny (14 %) zmínění autoři řadí záznamy s iritačními projevy paroxysmálního charakteru, včetně hrotů, jež se v jednom případě objevily až po aktivaci hlubokým dýcháním.

9. O nález „většího množství rychlé aktivity“ u třetiny svých pacientů s hypotyreózou se zmiňuje rovněž Nevšimal se spoluautory (6). Ve své další práci (7) však již tento nález nezdůrazňuje.

10. Úspěšná léčba hypotyreózy má proti hypertyreóze v EEG méně výraznou odezvu (6, 10). Lansing a Trunnel (J. clin. Endocrin. Metab., 23, 1963, s. 470 — cit. podle 10) uvádějí následující obraz dynamiky rekuperačních změn v elektroencefalogramu po hormonální substituci: nejprve se upraví frekvence zpomaleného alfa rytmu, potom se začnou vytrácet nízkovoltážní nediferencované vlny, dále se zvětší amplituda alfa vln a nakonec vymizí pomalé vlny řádu theta, resp. delta.

Jestliže s uvedenými závěry porovnáme vlastní výsledky, můžeme konstatovat obecnou shodu, snad s jediným rozdílem: u stavů těžkého hypometabolismu jsme našli ve 27,5 % případů přítomnost generalizované beta aktivity. Od záznamů při hypertyreóze se EEG lišil jedněmi vyšším výskytem pomalých rytmů (obr. 1). Srovnáváme-li tento nález s poměry u zdravé populace (13), nejvíce se vyskytl rychlé aktivity příliš vysoký. U normálních, klinických zcela zdravých jedinců však bývá maximum beta rytmu soustředěno ve svodech z frontální, centrální a temporální oblasti a nikoli difúzně rozloženo po celém povrchu lbi. Obdobnou zkušenost učinil v roce 1973 Roth se spolupracovníky (7), když v sestavě 25 neléčených hypotyreóz našel dokonce 64% výskyt beta rytmu (nezmiňuje se bohužel o jeho distribuci). Po léčbě se jeho incidence snížila o 22 %.

Změny elektroencefalogramu, způsobené čtyřminutovou hyperventilací, nepřispěly v naší sestavě výrazněji k oddiferencování jemných změn, jimiž se od sebe liší neaktivovaný záznam od záznamu aktivovaného, a to ani přesto, že jsme technice procedury věnovali větší pozornost, než je to běžné v klinickém provozu. Respirační alkalóza se v EEG projeví generalizovaným nárůstem synchronizace alfa rytmu a masívním výskytem pomalých aktivit, převážně z pásma theta (3, 11). Při správné technice vyšetření tento nespecifický obraz — kromě ložiskových lézí a projevů záchvatové pohotovosti — v sobě dočasně skryje ostatní diferencované znaky bioelektrické aktivity mozku.

Závěrem chceme ještě stručně komentovat výsledky analýzy řečového signálu. V učebnicích vnitřního lékařství se nejčastěji poukazuje na modifikaci výšky hlasu a rychlosti řeči ve smyslu jejího zhrubnutí a zpomalení při myxedému a zrychlení při tyreotoxikóze. Nenalezli jsme žádné údaje o tom, jak se v závislosti na aktivitě štítné žlázy chová hlasový diapazon. Jak bylo dokumentováno výše, výsledky objektivních měření mají v zásadě trend, shodující se s klinickou zkušeností. Změny v kvantitativních charakteristikách jsou však natolik malé, že se podle nich dynamika chorobného procesu sledovat nedá.

Z hlediska stěžejního cíle celého výzkumu mělo pro nás značný význam zjištění, že hypokapnie, vyvolaná intenzivní volní hyperventilací, bez intervenování situačně podmíněných negativních emocí, ovlivňuje kvalitu řečového signálu v minimální míře. Jediný nápadný nález, totiž statisticky průkazné zvýšení expirační rychlosti řeči, jež patří k relativně velmi stabilním individuálním charakteristikám, vyvolané hyperventilací u mužů i žen s hypometabolismem, si prozatím nedovedeme vysvětlit.

Závěr

Informační hodnota změn bioelektrické aktivity mozku pro posouzení aktivity štítné žlázy u různých tyreopatií není příliš vysoká. Rozbor vlastního materiálu a literárních pramenů však ukazuje, že výtěžek vyšetření by mohla zvýšit automatická analýza EEG křivky. Jako perspektivní se tu jeví například výpočet spektrálních výkonových hustot. Elektroakustická analýza hlasu rovněž u nemocných s chorobami štítné žlázy nepřispívá významněji ke zpřesnění klinické diagnózy. Nicméně některé pozorované změny, jako například zvyšování expirační rychlosti řeči po hyperventilaci u nemocných s hypometabolismem, ukazují, že celá problematika si zaslouží další studium.

Literatura

1. Dunleavy, D. L. F. - Oswald, I. - Brown, P. - Strong, J. A.: Hyperthyroidism, sleep and growth hormone. EEG clin. Neurophysiol. 36, 1974, č. 3, s. 259—263.
2. Laver, J. - Hutcheson, S.: Communication in face to face interaction. Harmondsworth, Penguin Books 1972. 418 s.
3. Lebedeva, L. I.: Funkcionalnyje proby v elektroencefalografii. In: Grečin, V. B. (Ed.) Metody kliničeskij nejrofiziologii. Leningrad, Nauka 1977, s. 40 až 68.
4. Lesný, I. - Drechsler, B.: Elektroencefalografická studie pěti případů dětských endokrinopatií. Neurol. Psychiat. Českosl., 16, 1953, č. 1, s. 7—14.
5. Lesný, I. - Drechsler, B. - Poláček, L.: Ovlivňování delta aktivity v lidském elektroencefalogramu thyroxinem. Neurol. Psychiat. Českosl., 16, 1953, č. 1, s. 14—24.
6. Nevšimal, O. - Roth, B. - Šmejkal, V. - Soumar, J.: EEG studie hypertyreózy a hypotyreózy před ovlivněním.

- a po ovlivnění klinického obrazu léčbou. Čs. Neurol., 25, 1962, č. 4, s. 234—247.
7. Roth, B. - Nevšímal, O. - Soumar, J. - Šmejkal, V.: EEG studie hypertyreózy a hypotyreózy. Čs. Neurol. Neurochir., 36, 1973, č. 5, s. 284—293.
8. Roubíček, J.: Klinická elektroencefalografie. Praha, SZdN 1959. 284 s.
9. Siersbaek-Nielsen, K. a spol.: Electroencephalographic changes during and after treatment of hyperthyroidism. Acta endocrinol., 70, 1972, č. 2, s. 308 až 314.
10. Smolák, J., Durič, D., Martinovič, Ž., Dordevič, P.: Electroencephalograms in patients with hypothyroidism. Acta med. jug., 27, 1973, č. 2, s. 165—172.
11. Stein, J. - Roth, B. - Šimonová, O.: EEG studies of 100 healthy adults: Changes evoked by deep breathing. Acta Univ. Carol. Med., 13, 1967, č. 3—4, s. 175—184.
12. Šimek, J. - Stein, J.: Jak číst elektroencefalogram. Praha, SZdN 1969. 416 s.
13. Šimonová, O. - Roth, B. - Stein, J.: EEG studies of healthy population: Normal rhythms of resting recordings. Acta Univ. Carol. Med., 13, 1967, č. 7—8, s. 543—551.
14. Šulc, J.: Expertizní hodnota psychogenních změn hlasu a řeči. Voj. zdrav. Listy, 44, 1975, č. 6, s. 230—233.
15. Šulc, J.: Úloha elektroakustické analýzy řečového signálu ve funkční diagnostice psychické a tělesné výkonnosti. Čs. Psychol., 21, 1977, č. 2, s. 115—120.
16. Šulc, J.: Vozdejstviye gipokapnii na formalnyj uroven' rečevoj dejatel'nosti. Medycyna Lotnicza 1980 [v tisku].
17. Zander Olsen, P. a spol.: Electroencephalographic findings in hyperthyroidism. EEG clin. Neurophysiol., 32, 1972, č. 2, s. 171—177.

Poděkování: Považuji za svou povinnost co nejsrdečněji poděkovat za aktivní pomoc při realizaci této práce MUDr. Dagmar Pohunkové a dalším pracovníkům radioizotopového oddělení VÚE v Praze 5-Motole.

Autor