

# Psychika človeka

## A ELEKTRICKÁ VODIVOSŤ KOŽE

ANTON UHERIK, PROM. PSYCHOLOG,  
PSYCHOLOGICKÉ LABORATÓRIUM  
SAV, BRATISLAVA

Psychická činnosť človeka sa prejavuje v najrozmanitejšej podobe. Môžeme ju sledovať prostredníctvom jej vonkajších prejavov (reč, mimika, pohyby a vôbec správanie) alebo prostredníctvom nervovej aktivity. Významným indikátorom nervovej aktivity sú jej elektrické prejavy, ktoré môžeme snímať v podobe tzv. akčných potenciálov alebo prúdov, alebo z mozgu pomocou elektroencefalografu, alebo z kože pomocou elektrodermografu. O sledovaní tejto aktivity, prejavovanej v elektrickej vodivosti kože (EVK), chceme hovoriť v našom príspevku.

Otázkou elektrických javov kože (elektrické potenciály kože, odpor alebo vodivosť kože) začína sa zaoberať už r. 1881 Meissner. Po ňom r. 1888 Féré skúma vzťah zmien odporu kože k psychickým afektívnym procesom, ako aj vzťah týchto zmien k vazomotorickým zmenám. Zistilo sa, že koža živého organizmu má vlastnosti vodiča elektriny, avšak líši sa od vodičov nebiologických, používaných napr. v elektrotechnike, tým, že jej odpor sa mení (znižuje a elektrická vodivosť kože sa zvyšuje), ak na organizmus pôsobí nejaký zvukový, svetelný alebo slovný podnet. Féré tento elektrokožný jav snímal pomocou citlivého zariadenia (Wheatstonovho odporového mostka napájaného jednosmerným prúdom z batérie — hovoríme prúdom exosomatickým), ktorým sa zme-

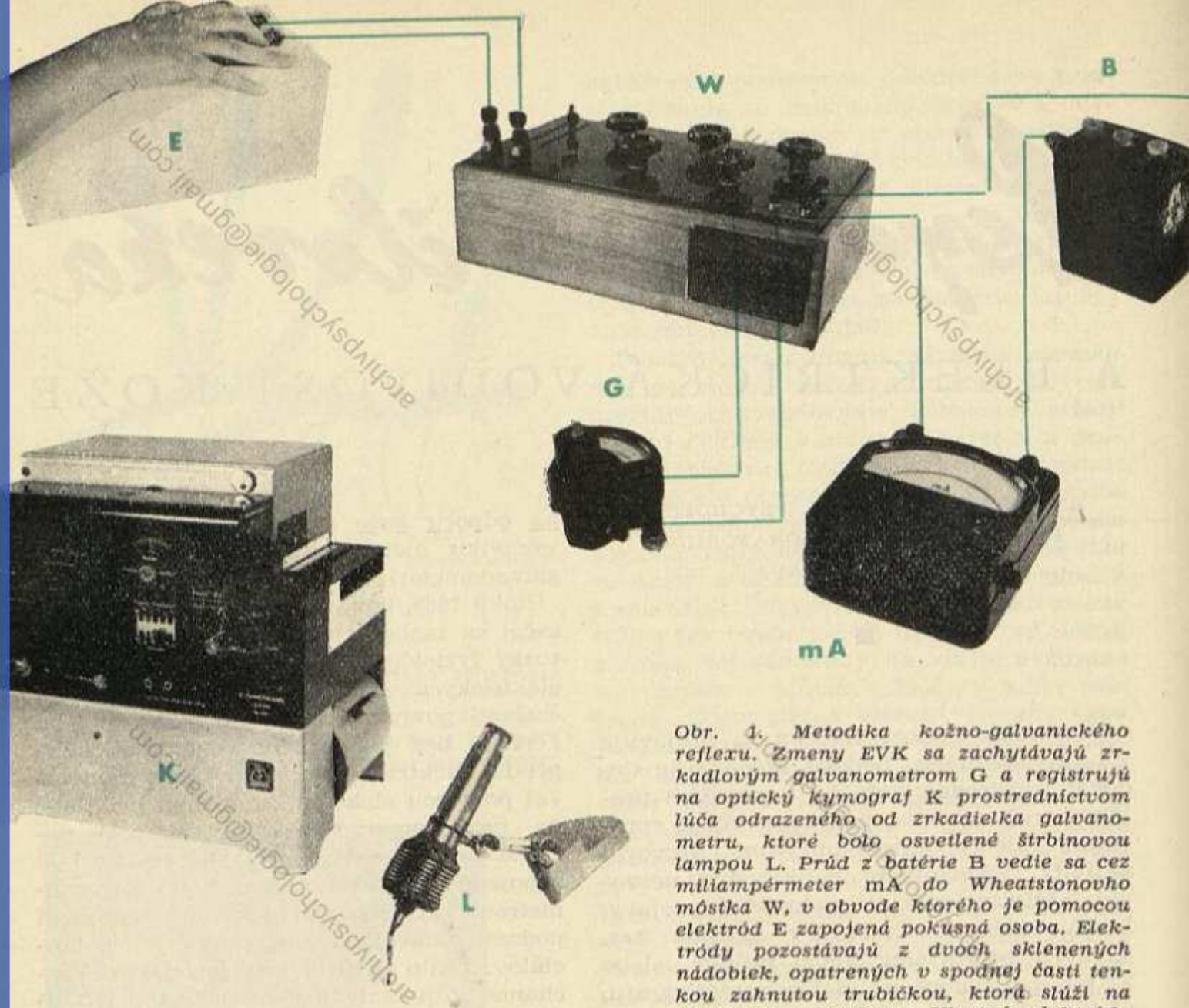
na odporu kože (vodivosti) previedla na výchylku meracieho prístroja (zrkadlový galvanometer).

Roku 1889, teda bezprostredne po Féré, začal sa zaoberať elektrickými javmi kože ruský fyziológ Tarchanov. Sledoval zmeny elektrických potenciálov medzi rôznymi časťami povrchu kože, a to na rozdiel od Férého bez pomocného exosomatického prúdu. Elektrické potenciály kože zachytával pomocou elektród, ktoré boli priložené na nerovnomerne potnými žľazami pokryté časti povrchu tela. Elektródy boli zapojené do okruhu s citlivým galvanometrom, ktorého výchylky pri pôsobení podnetu udávali veľkosť snímaných potenciálov. Tento elektrokožný jav nazval Tarchanov kožno-galvanickým reflexom (KGR) a podľa toho zariadenie, ktorým sa tento jav sníma, voláme metodikou kožno-galvanického reflexu. Tarchanov a Férého spôsob snímania elektrokožných javov patrí k prvým a základným technikám, ktorými možno tieto javy zachytávať a obidve techniky používajú sa vo výskumoch až dodnes.

Pokiaľ ide o výskyt KGR z fylogenetického hľadiska, stretávame sa s ním nielen u človeka, ale aj u zvierat. V ontogenetickom vývine človeka možno pozorovať postupne s vekom stúpanie EVK približne do 20. roku života. Po tomto veku má EVK klesajúcu tendenciu, ktorá je zvlášť výrazná u ľudí v starobe.

V posledných rokoch bola KGR venovaná značná pozornosť tak v prácach sovietskych, ako aj západných fyziológov a psychológov. Zistilo sa napr., že vodivosť kože je malá, ak je človek v nečinnosti a veľká, ak vykonáva nejakú telesnú alebo duševnú prácu. Niektorí autori me-





Obr. 1. Metodika kožno-galvanického reflexu. Zmeny EVK sa zachytávajú zrkadlovým galvanometrom G a registrujú na optický kymograf K prostredníctvom lúča odrazeného od zrkadielka galvanometru, ktoré bolo osvetlené štrbinovou lampou L. Prúd z batérie B vedie sa cez miliampérmeter mA do Wheatstonovho mostka W, v obvode ktorého je pomocou elektród E zapojená pokusná osoba. Elektródy pozostávajú z dvoch sklenených nádobiek, opatrených v spodnej časti tenkou zahnutou trubičkou, ktorá slúži na zavedenie kontaktov. Vlastné elektródy tvorí vrstva  $Hg_2Cl_2$  a nakoniec vrstva fyziologického roztoku, do ktorého pokusná osoba ponorí koniec ukazováka a stredného prsta

rali u ľudí zmeny vodivosti kože na dlaních počas rôznych činností v určitých intervaloch od rána do noci. Zistili, že ráno je vodivosť kože nízka a v priebehu dňa sa zvyšuje. Toto zvyšovanie vodivosti kože vysvetľuje sa variáciou v zmene pripravenosti alebo mobilizácie energie potrebnej na vykonávanie určitej činnosti v priebehu dňa a tiež v dôsledku zmien telesnej teploty. K takýmto zmenám v energetickej mobilizácii nedochádza, ak si osoba navykne na určitú úlohovú situáciu, čo má za následok znižovanie EVK. Vodivosť je však vysoká pri aktívnej práci a stále sa zvyšuje v priebehu práce, ak práca kladie na osobu stále väčšie nároky. Možno teda povedať, že akákoľvek činnosť, resp. akékoľvek podnety vyvolávajú kožno-galvanickú odpoveď (zníženie odporu kože a zvýšenie jej elektrickej vodivosti) podľa toho, v akej úlohovej situácii sa ľudský subjekt nachádza. Ak nemá žiadnu

úlohu, potom fyzikálne intenzívnejší podnet vyvoláva uňho obyčajne reakciu adekvátnu intenzite podnetu. Pri zisťovaní vodivosti kože v hypnóze sa zistilo, že sugescia spánku znižuje vodivosť kože. Veľa autorov použilo metodiku KGR pri odhaľovaní lži. Podozrivá osoba mala odpovedať na otázky (slová), ktoré mali vzťah k zločinu, alebo boli k nemu indiferentné. Pri slovách, ktoré mali vzťah k zločinu, bolo možné pozorovať výrazne väčšie zvýšenie vodivosti kože v porovnaní s neutrálnymi slovami alebo otázkami. Pretože sa ukázalo, že EVK je veľmi dobrým ukazovateľom aj sily emocionálnych stavov človeka, používa sa niekedy tiež pri výskume



vplyvu reklamy alebo umeleckého výtvarného a hudobného diela. V súčasnosti robí sa veľa výskumov s podmieňovaním KGR. Cieľom týchto výskumov je sledovať prostredníctvom zmien EVK procesy vyššej nervovej činnosti človeka a pomocou nich vysvetľovať psychické javy.

Existencia KGR je spojená predovšetkým s činnosťou sympatického nervového systému. Tomu nasvedčuje aj tá skutočnosť, že súčasne s ním uvádzajú sa do činnosti aj iné vegetatívne inervované orgány (rozšírenie pupily, cievne zmeny a pod.). Keďže však celý vegetatívny nervový systém je zároveň regulovaný najvyššími oddielmi centrálného nervového systému, najmä kôrou mozgu, zmeny vodivosti kože indikujú do určitej miery aj činnosť základných nervových procesov, excitácie a útlmu, prebiehajúcich v kôre pri každej psychickej činnosti. Z tohoto dôvodu je teda možné použiť zmeny vodivosti kože na výskum vyššej nervovej činnosti človeka.

Základnou metódou skúmania vyššej nervovej činnosti, ako materiálneho substrátu celej psychiky človeka aj pri použití tejto metodiky, je metóda podmieňovania.

Z hľadiska dynamiky vytvárania podmieneno-reflexného spojenia pripisoval I. P. Pavlov vo svojom učení o vyššej nervovej činnosti veľký význam zákonu o silovom účinku podnetov. Tento zákon hovorí, že veľkosť podmieneného reflexu je určená pri inak rovnakých podmienkach množstvom energie vysielanej do kôry každým podnetom. To znamená, že fyzikálne silnejší podnet vyvoláva intenzívnejšiu reakciu ako podnet fyzikálne slabší.

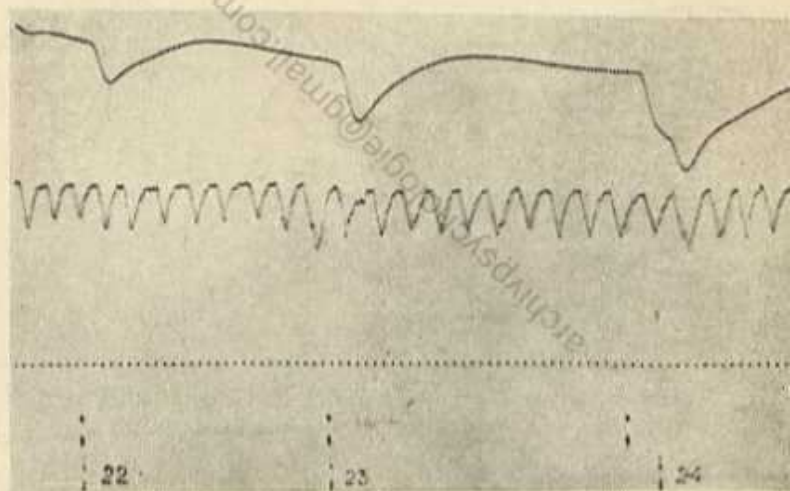
V Psychologickom laboratóriu SAV, kde pracujeme s metodikou KGR už viac rokov, urobili sme výskumy zamerané práve na túto problematiku. Sledovali sme vplyv intenzity podnetu na priebeh základnej (nepodmienennej) a podmienenej KGR.

*Obr. 3. Záznam z vypracúvania diferenciácie dvoch zvukových podnetov. 1 - krivka KGR; 2 - krivka dýchania; 3 - časová základňa; 4 - podnety; 17 a 18 - zvukový podnet spájaný s elektrokožným podnetom. Pri podnete 18 vidieť podmienený KGR a reakciu na oddialený elektrokožný podnet. 19 a 20 - zvukový podnet diferenciálny, na ktorý po úplnom vypracovaní diferenciácie neobjaví sa žiadna reakcia (pokusná osoba S. D.)*

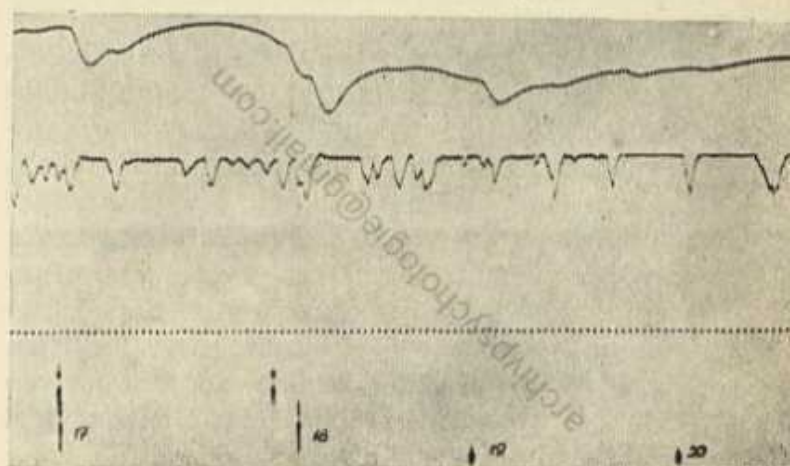
Na snímanie KGR použili sme mostkovú techniku podľa Férého.

Výskumom sme zistili, že základná KGR sa utlmila rýchlejšie a jej amplitúda bola väčšia, ak zvukový podnet bol intenzívnejší. Aj pri podmienených reakciách významove rástla amplitúda so zvyšovaním intenzity podmieneného podnetu. Intenzita podmieneného podnetu vplývala aj na rýchlosť vyhasínania podmienenej reakcie, a to tak, že čím bol podmienený podnet pri vypracúvaní podmienenej KGR intenzívnejší, tým bola táto reakcia pevnejšia a ťažšie vyhasínala.

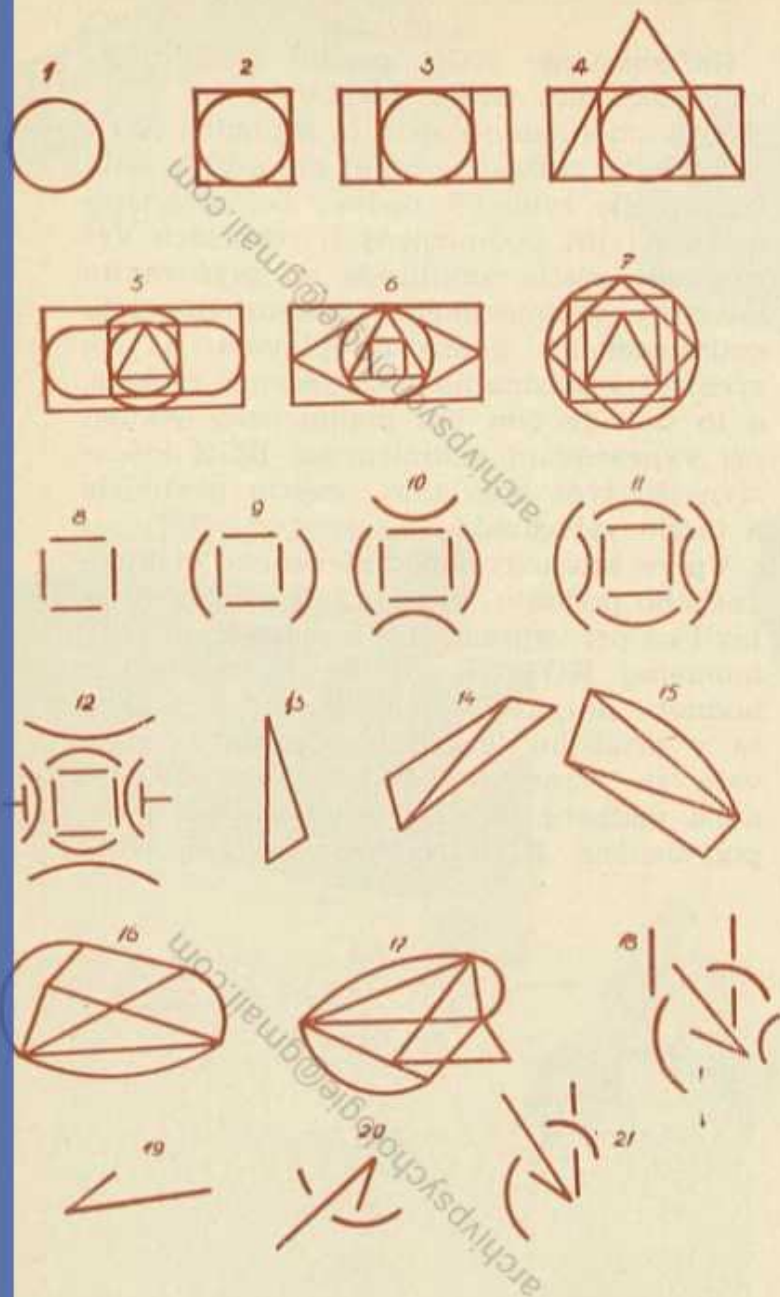
Vplyv intenzity nepodmieneného elektrokožného podnetu (elektrického úderu) prejavil sa pri vypracúvaní a vyhasínaní podmienenej KGR, a to tak, že priemerná hodnota amplitúdy podmienených reakcií sa v priebehu ich vypracúvania znižovala so vzrastom intenzity nepodmieneného podnetu. Pri vyhasínaných pokusoch podmienená KGR vyhasínala tým rých-



*Obr. 2. Záznam z vypracúvania podmieneného KGR. 1 - krivka KGR; 2 - krivka dýchania; 3 - časová základňa v sek.; 4 - podnety; 24 - podmienený KGR. (pokusná osoba O. G.)*







Obr. 4. Podnety použité pri výskume niektorých psychických procesov v úlohovej situácii

lejšie, čím bola intenzita nepodmieneného podnetu väčšia. Latencia podmienených reakcií (čas, za ktorý sa objavila podmienená reakcia po aplikovaní podnetu) sa so zvyšovaním intenzity nepodmieneného podnetu skracovala.

Uvedené výsledky poukazujú na rozdielny charakter základnej a podmienenej KGR a tiež na rozdielny účinok podmieneného zvukového a nepodmieneného elektrokožného podnetu. Kým pri základnej i podmienenej KGR vplyv intenzity zvukového podnetu riadil sa vyššie spomínaným zákonom sily, účinok sily nepodmieneného podnetu prejavil sa odlišne. Vyplýva to pravdepodobne zo zmenených vzťahov procesu excitácie a útlmu pri aplikovaní elektrokožného podnetu.

V ďalšom našom výskume všimli sme si vplyv intenzity zvukového podnetu už nielen na základnú KGR a na vypracúvanie podmienenej KGR, ale aj na diferenciáciu dvoch zvukových podnetov sledovaných rovnako v zmenách EVK. Diferenciácia v tomto prípade znamená vypracovanie podmieneného útlmu v sluchovom analyzátore na zvukový podnet, ktorý sme nespájali s nepodmieneným elektrokožným podnetom, čo sa navonok prejavuje v tom, že na takýto zvukový podnet sa neobjaví žiadna reakcia. Výskum bol robený s dvoma vekovo odlišnými skupinami ľudských subjektov.

Výsledky výskumu ukázali, že u starších pokusných osôb základná KGR sa utlmovala skôr, horšie sa vypracúval podmienený reflex a bol menej pevný, avšak lepšie sa vypracúvala diferenciácia na rozdiel od mladších pokusných osôb, kde základná reakcia sa utlmovala ťažšie, podmienený spoj bol pevnejší a diferenciácia horšia. Vplyv intenzity zvukového podnetu na amplitúdu a latenciu KGR sa prejavil lepšie u starších pokusných osôb. Zo získaných výsledkov možno uzatvárať, že u starších pokusných osôb ide o funkcionálne vyvinutejšie kôrové procesy, ako aj o väčšiu pohyblivosť a vyrovnanosť týchto procesov. Výsledky sú v zhode s doterajšími poznatkami z ontogenézy vyššej nervovej činnosti človeka, a to v zistení, že vypracúvanie kladného podmieneného reflexu sa s vekom spomaľuje, útlmového podmieneného reflexu zrýchľuje a stálosť diferenciácie zväčšuje.

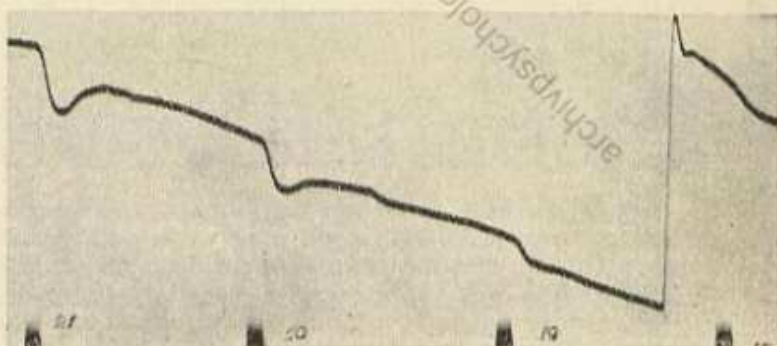
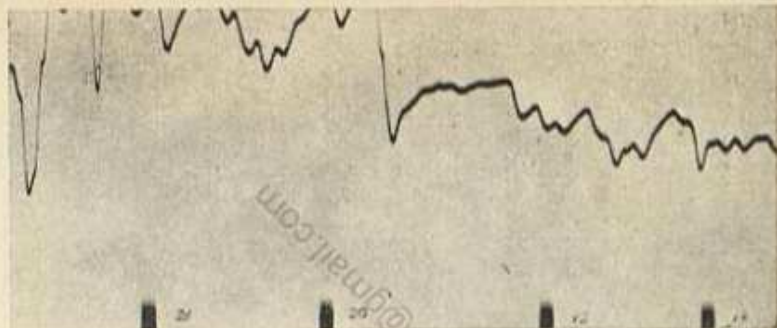
Pri ďalšom výskume sledovali sme niektoré psychické procesy (pozornosť, zapamätanie, podržanie v pamäti a vybavenie) v úlohovej situácii pomocou metodiky KGR. Za týmto cieľom použili sme 21 originálnych podnetov (obr. 4), ktoré sa skladali z rôznych geometrických útvarov, zoskupených do jednoduchej a zložitej štruktúry. Pokusnými osobami bolo 17 detí vo veku 10 rokov a 15 dospelých osôb vo veku od 18 do 25 rokov. Pokusné osoby boli rozdelené do dvoch skupín. V prvej skupine dostala pokusná osoba inštrukciu, aby pokojne sedela a sledovala podnety, pričom si ich nemusela zapamätávať. V druhej skupine pokusná osoba mala si už podnety zapamätávať a reprodukovať tým, že ich nakreslí. Modalitami úlohovej situácie v tejto druhej skupine bolo, že pokusná osoba mala si podnet zapamätávať, hneď



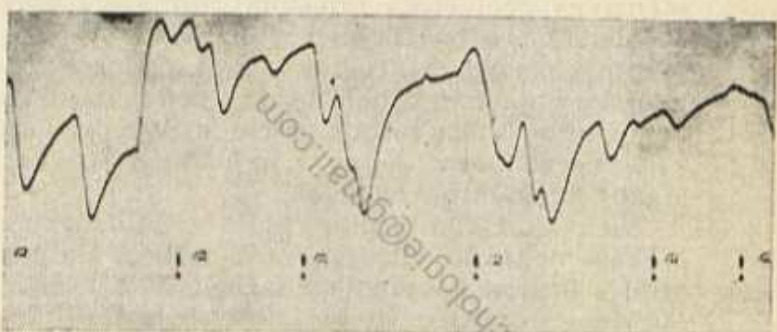
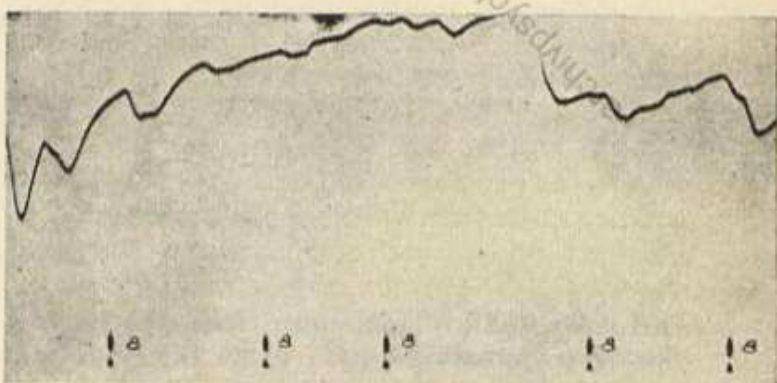
po projekcii zakreslí a ukončenie zakresľovania oznámí stlačením telegrafného kľúča. Inokedy zas mala začať zakresľovať podnet až na zvláštny svetelný signál a ukončenie zakresľovania rovnako oznámí stlačením kľúča. V niektorých prípadoch pokusná osoba mala za úlohu nielen podnet reprodukovať, ale aj dokreslíť podľa vlastnej fantázie. Podnety sme premietali pomocou projektoru zapínaného časovým spínačom na projekčnú plochu z opálového skla o veľkosti 25 a 35 cm. Pokusná osoba bola umiestená v zvukotesnej komore a vzdialená od projekčnej plochy 1,5 m. KGR sme snímali z končekov ukazováka a stredného prsta ľavej ruky pomocou už spomínaných elektród (obr. str. 30). Celý priebeh kožno-galvanických zmien bol registrovaný na optický kymograf.

Pri analýze výsledkov bolo možné pozorovať celkovo väčšie zmeny v elektrickej vodivosti kože u mladších pokusných osôb v porovnaní so staršími. V prvej skupine, kde pokusnej osobe nebola inštrukciou navodená žiadna úlohová situácia, neboli pozorované žiadne rozdiely v zmenách EVK vzhľadom na rôzne štrukturalizované vizuálne podnety. V druhej skupine, kde bola pokusná osoba inštruovaná, aby si zapamätala štruktúru podnetu, pozorovali sme zvýšenie EVK v porovnaní s prvou skupinou (obr. 5) a tiež rozdiely v zmenách EVK pri aplikovaní podnetov jednoduchšej a zložitej štruktúry (obr. 6). Pri sledovaní zmien vodivosti kože v priebehu zakresľovania prípadne dokresľovania podnetu pokusnou osobou a v čase, keď očakávala signál na začatie zakresľovania podnetu, pozorovali sme výrazne väčšie zmeny EVK v priebehu činnosti zameranej na reprodukovanie podnetu (obr. 7).

K uvedeným výsledkom treba dodať, že rozdiely v zmenách vodivosti kože v podmienkach úlohovej situácie neboli také jednoznačné u všetkých pokusných osôb. K odlišným výsledkom dochádzalo u tých subjektov, ktorí sa dobre neadaptovali na podmienky experimentu a boli stále v určitom „nervovom napätí“. U takýchto pokusných osôb zmeny EVK variovali najmä podľa momentálneho stavu zameranosti pozornosti, čo pochopiteľne do značnej miery ovplyvňovalo aj ostatné psychické procesy zúčastňujúce sa na zapamätaní a reprodukcii podnetov. Na stav spomínaných psychických procesov sme usudzo-

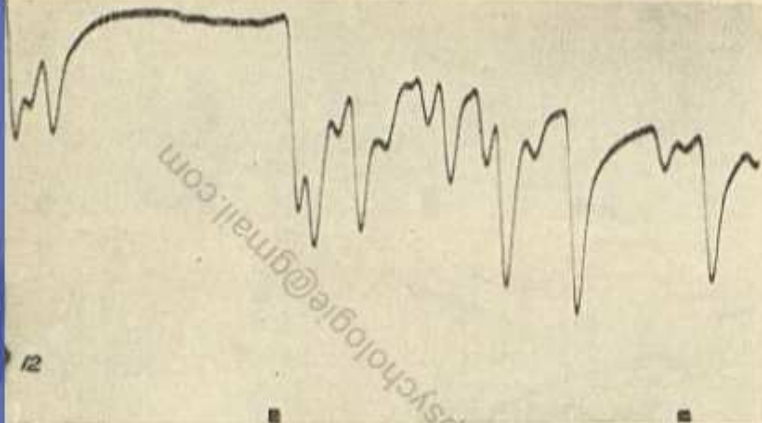


Obr. 5. Záznam KGR pri aplikovaní podnetov 21, 20, 19 a 18 v podmienkach, keď si pokusná osoba nemusela podnety zapamätávať (A) a záznam KGR pri aplikovaní tých istých podnetov s úlohou zapamätávať si ich (B). (Pokusná osoba C. J.) Výchylky v miestach, kde je zápis úplne tenký nie sú spôsobené reakciou pokusnej osoby, ale manipuláciou prístroja



Záznam KGR pri aplikovaní podnetu jednoduchšej štruktúry (podnet č. 8) a zložitej štruktúry (podnet č. 12) v úlohovej situácii, v ktorej pokusná osoba mala si podnet zapamätávať (pokusná osoba T. J.)





Obr. 7. Záznam KGR pri aplikovaní podnetu č. 12, ktorý si pokusná osoba mala zapamätať a až na svetelný signál (prvá značka dolu) reprodukoval a dokreslil. Skončenie dokresľovania oznámila stlačením telegrafného kľúča (druhá značka dolu). Záznam je od pokusnej osoby K. E.

vali z reprodukcí a výpovedí pokusných osôb.

Nazdávame sa, že vekové zvláštnosti, ktoré sa prejavili väčšími zmenami v EVK u mladších pokusných osôb, možno vysvetliť rovnako ako v predchádzajúcom výskume odlišným stupňom funkčnej schopnosti kôrových procesov. Z výsledkov, ktoré sme získali z prvej a druhej skupiny pokusných osôb vyplýva, že rôzna štruktúra

použitého vizuálneho podnetu nevyplýva tak, ako fyzikálna vlastnosť, napr. intenzita svetelného alebo zvukového podnetu, a preto postráda vzhľadom na organizmus fyziologický účinok, bez ktorého nemôže dôjsť k zvýšeniu EVK pri aplikovaní nami použitých podnetov. Tento fyziologický účinok nadobúda štruktúra podnetu až v úlohovej situácii, kde zmeny EVK zodpovedajú zložitosti štruktúry podnetu, ktorý si pokusná osoba má zapamätať a reprodukoval. Celkove môžeme povedať, že tento výskum osvetlil aspoň sčasti niektoré problémy týkajúce sa procesov vnímania v podmienkach úlohovej situácie a naznačil ďalšie otázky, ktoré bude treba riešiť.

Záverom možno povedať, že elektrická vodivosť kože je pomerne citlivým ukazovateľom procesov vyššej nervovej činnosti, pomocou ktorých môžeme skúmať a vysvetľovať rôzne psychické javy človeka. Výskum všetkých týchto javov musí sa nevyhnutne aj v budúcnosti uberať cestou analýzy nervových procesov, ktoré sú ich materiálным substrátom. V tom spočíva práve vedeckosť psychológie a objektívnosť jej poznatkov. Použitie metodiky KGR v psychológii je iba jednou z ukážok, ako možno riešiť problémy, pred ktorými stojí materialistická psychologická veda.

### Jakutská ASSR – pokladnica najvzácnejších kovov a nerastov

V posledných rokoch sa robí v Jakutsku intenzívny geologický prieskum. Prináša skvelé výsledky predovšetkým v odhaľovaní tzv. deficitných surovín. Tak bolo v západnom Jakutsku objavené bohaté ložisko priemyselných diamantov a ich zásoby umožnia Sovietskemu sväzu vybudovať jedno z najväčších stredísk ťažby diamantov na svete.

Na jakutskom juhu boli v Aldanskom okrese nedávno odhalené nové ložiská zlatých rúd s lacnou povrchovou ťažbou. V Jakutsku je dnes sústredené temer 30 % sovietskej ťažby zlata. V republike je najväčšia sovietska surovinová základňa tmavej sliedy. Na severovýchode vo Verchojanskom pohorí boli odhalené obrovské zásoby cínú. V týchto rudách sú tiež značné prímеси iných kovov, napr. volfrámu, medi, striebra a rad vzácnych ko-

vov. Rovnako odhalené zásoby olova a zinku stavajú Jakutsko na jedno z prvých miest v SSSR.

Mimoriadny význam pre budúci rozvoj hutníctva majú juhojakutské zásoby železných rúd, odhadované na viac než 1,2 miliárd ton a ložiská vysokokvalitného koksovateľného uhlia, odhadnuté na viac než 40 miliárd ton. Pri ústí rieky Viljuj vytryskli mocné fontány prírodných plynov. Jeho zásoby sa odhadujú na niekoľko miliárd m<sup>3</sup>. Geológovia sú presvedčení, že čo najskôr na území Kobjajského okresu nájdú naftu. Objavené zásoby kamennej soli v Jakutsku umožnia zásobovať nielen Východnú Sibir, ale aj sovietsky Ďaleký východ, ktorý je dosiaľ odkázaný na dovoz soli.

Značnú časť republiky pokrývajú obrovské lesné masívy – tajga. Jej zásoby dreva činia viac než 11 miliárd m<sup>3</sup>, pričom každoročne prirastá 80 až 90 miliárd m<sup>3</sup> dreva.