

Sedlák, Jiří

## Obecné otázky senzomotorické koordinace

In: Sedlák, Jiří. *Determinace senzomotorické koordinace*. Vyd. 1. Brno: Universita J.E. Purkyně, 1974, pp. 7-26

Stable URL (handle): <https://hdl.handle.net/11222.digilib/126989>

Access Date: 01. 12. 2024

Version: 20220831

Terms of use: Digital Library of the Faculty of Arts, Masaryk University provides access to digitized documents strictly for personal use, unless otherwise specified.

## OBECNÉ OTÁZKY SENZOMOTORICKÉ KOORDINACE

## 1. VYMEZENÍ PRACOVNÍCH HYPOTÉZ

Pojem koordinace pohybu patří k termínům, jimiž se zabývá řada autorů. Třebaže výrobní praxe již dlouho požadovala, aby byla tato problematika řešena z různých aspektů, ve většině publikací obecné psychologie, psychologie práce a v mnoha psychologických slovnících buď tento termín vůbec chybí nebo je vysvětlen příliš schematicky a heslovitě. Obecná psychologie je téměř výlučně zaměřena na psychologii poznání, ne však na psychologii jednání. Proto oblasti jako je například oblast psychomotoriky zpravidla chybějí, nebo jsou probírány jen rámcově, psychologické problémy senzomotorické koordinace nejsou zařazeny ani do učebnic moderní pracovní psychologie ani inženýrské psychologie. Také monografická literatura je vzhledem k pojmu koordinace poměrně chudá. Přitom jde o aktuální problém, o čemž svědčí např. skutečnost, že byly na prvním sjezdu německých psychologů v květnu 1964 v Drážďanech (188) zařazeny do programu referáty, v nichž byly řešeny různé dílčí aspekty koordinované činnosti. Také na symposiu o psychologických problémech kybernetických výzkumů, konaném v Berlíně v září 1962 (189) se více autorů zabývalo problémy senzomotorické činnosti. Na posledním pracovním zasedání psychologů v NDR o otázkách inženýrské psychologie v listopadu 1965 v Berlíně (7) byly předneseny výsledky výzkumů senzomotorických reakcí. Mezi mnoha autory lze jmenovat např. K. P. Timpeho, H. J. Schulzeho, K. Fahlische, W. Hackera aj. K. P. Timpe analyzoval proces učení senzomotorické koordinace, K. Fahlisch realizoval podrobné elektromyografické výzkumy koordinovaných pohybů, H. J. Schulz charakterizoval psychologickou strukturu jednoduchých ukazovacích pohybů, vycházejících z předem daného bodu, W. Hacker zrakovou složku při cílených pohybech. W. Hacker a B. W. Schröter zkoumali vztahy mezi optickým a motorickým regulačním systémem, A. Metz se zabýval myografií senzomotorických reakcí.

Psychologové publikovali v posledních patnácti letech řadu speciálních prací o koordinaci pohybů. Např. C. B. Gibbs (83) a B. Weiss (277) se soustředili na sledování kinestezie koordinovaných pohybů, A. Rüssel (198, 199) se věnoval rozboru koordinovaných pohybů v konkrétních pracovních podmínkách, časovým parametrem se zabýval L. V. Searle, F. V. Faylor (1948), E. R. Vetting (1959) kvantitativní stránkou motorické koordinace, R. B. Payne (1958) vlivem záření, L. A. Cohen (1961) vlivem propriocepce, E. Zagora (1959) vývojem kortikální kontroly, F. Stier (1959) rychlostí pohybů paží, K. Cornely (1964) propriopecí malých svalů ruky.

V Polsku ve Varšavě několik pracovníků Centrálního ústavu ochrany práce zkoumalo pohybovou koordinaci, např. Z. Kapuścińska (1964) a J. Okón (1963) se zaměřovali na výzkum cílených pohybů, prováděných bez kontroly zraku a při obsluze strojů a strojních zařízení.

V SSSR byly řešeny v posledních letech některé dílčí problémy koordinace pohybů, např. N. A. Bernštejn (27) se zaměřoval na otázky regulace pohybových aktů, G. N. Levandovskij (153) sledoval senzomotorickou strukturu chování, I. P. Boguš (1956) spolupráci zrakového a pohybového analyzátoru, A. M. Fonarev (1959) mechanismy optické koordinace, L. V. Čhaidze (1965) vliv stavu beztlíže.

Experimentální výzkum senzomotorické struktury jednání se řadí k těm výzkumům, které jsou v české a slovenské odborné literatuře poměrně řídké. Studium koordinovaných pohybů prstů při různé složitých a různorodých podnětech se věnoval Damian Kováč (129), V. Břicháček (1962) sledoval vztah mezi směrem a rychlostí pohybu při kontinuální činnosti (45), J. Sedlák (211) vztah mezi přesností cílení a pracovním zatížením, A. Fischer a spol. (1959) vliv únavy a cviku, J. Čáp (1965) podal rozbor senzomotorických komponent činností, jejich nácviku a poruch, M. Břichcín (1960, 1965, 1966, 1968) se soustředil na analýzu průběhu pohybových reakcí (41, 42, 43, 43a, 43b).

Otázka motorické koordinace byla dříve zkoumána střídavě na úrovni motorické a percepční a obě základní hlediska v historii střídavě převažovala. V současné době je v popředí zájmu aspekt percepce.

V předložené práci se nepojednává o pohybové koordinaci v plně šíři, nýbrž jen z hlediska determinace senzomotorické koordinace při cílení. Z kritického přehledu teoretických pozic experimentálních prací a z analýzy jednotlivých faktorů koordinace a diskoordinace vyplývá závažnost různých složek a vlivů, které mohou působit na koordinovaný cílený pohyb paží. Práce o teoriích a faktorech senzomotorické koordinace navazuje na serii dřívějších prací, (212, 212a, b), v nichž byly řešeny problémy vztahu mezi velikostí pracovního zatížení spojovatelek a mezi přesností cílených pohybů paží. Východiskem experimentálního výzkumu byla pracovní hypotéza, podle níž pravděpodobně vyvolává nadměrné pracovní zatížení centrálního nervového systému diskoordinaci senzomotorických funkcí. Diskoordinace<sup>1)</sup> byla vyhodnocována na základě měření přesnosti centračních pohybů.<sup>2)</sup> Pracovní hypotéza předpokládala, že jsou krátkodobé poruchy koordinace (projevující se změnami prostorového parametru ukazovacích pohybů paží) způsobeny změnami v centrálních nervových regulačních mechanismech, jejichž bezvadná souhra je narušována hlavně pracovním přetížením, ale může být ovlivněna i jinými činiteli.

1) Diskoordinace pracovních pohybů je chápána jako dočasná, funkční porucha senzomotorické koordinace, která se projevuje disproporcí pohybů, zvýšeným rozptylem hodnot v přesnosti centrace, náhlými vybočeními ze zamýšleného směru pohybu, změnami v rychlosti a síle pohybu.

2) Centrační pohyby jsou charakterizovány jako poslední pohybové stadium ukazovacích pohybů, kdy se hrot, držený rukou dotkne určeného cíle.

Základní metodou pro ověření pracovní hypotézy byla metoda centrace neboli metoda prostorového cílení. Podstatou metody je zjišťování přesnosti poslední fáze pohybu paže při ukazování a zasahování předem daných cílů. Byla vybrána především proto, poněvadž se při zasahování cíle spoluzúčastňuje více analyzátorů, jejichž spolupráce musí být dobře sladěna, má-li být zasahování přesné. Koordinační mechanismy jsou velmi jemné a snadno se narušují. Bylo tedy možno předpokládat, že dojde při pracovním přetížení k poruchám koordinace.

Analýza potvrdila správnost hypotetického předpokladu, že při pracovním přetížení spojovatelek dochází k diskoordinaci pracovních pohybů, že velikost pracovního přetížení ovlivňuje statisticky významně přesnost centrací obou paží spojovatelek jako skupiny. Se vzrůstajícím pracovním přetížením spojovatelek klesala průměrná přesnost centrace celé zkoumané skupiny, zvětšovala se senzomotorická diskoordinace. Zjištěná závislost byla vyjádřena graficky i početně vypočítáním korelací a regresí. Velikost pracovního přetížení ovlivňovala nejen průměrné hodnoty centrací obou paží, nýbrž i jejich variabilitu.

Později byl zkoumán též problém u skupiny dalších spojovatelek, u nichž byly sledovány jiné vlivy. Výsledky těchto zkoumání jsou uvedeny v předložené práci, která je zaměřena na kritické zhodnocení všech známých faktorů, které ovlivňují přesnost senzomotorické koordinace paží. Kromě toho jsou v ní prokazovány vztahy mezi pracovní schopností, výkonností, pracovními podmínkami a osobními vlastnostmi telefonistek.

Výzkum pohybů člověka řadíme z teoretického hlediska do oboru obecné psychologie, pedagogické psychologie a psychologie práce. Výsledky jsou přínosem k psychologickému rozboru činnosti, ke zjišťování zákonitostí, jimiž se řídí motorika i ke sledování vztahů mezi pracovními pohyby a různými faktory pracovního charakteru. Po teoretické i praktické stránce má význam zejména odhalování vztahů mezi pohyby a různými zvláště negativně působícími činiteli vnějšího a vnitřního prostředí, které ovlivňují pracovní pohyby během činnosti a během pracovního procesu. Výzkum senzomotorické koordinace a prokazování faktorů, které ji ovlivňují, je také přínosem k obecné teorii regulace.

Zvláště závažný je vztah pohybové koordinace k pracovním pohybům. Senzomotorickou koordinaci zařazujeme obecně do oblasti problémů psychologické struktury činnosti a speciálně pracovní činnosti. Především mikrostruktura senzomotorických systémů úzce souvisí s psychologickou strukturou pracovní činnosti. V této oblasti je třeba řešit speciální otázku regulace činnosti prostřednictvím psychických funkcí. Výzkum regulační funkce psychična v elementárním výkonu byl prováděn např. u balistického cílení. Regulační funkce byla posuzována jako nezbytná výchozí základna výzkumu komplexnějších problémových okruhů. Výzkum psychična v rámci senzomotorických koordinací, které si nemusíme vždy uvědomovat, není dosud proveden, avšak je z teoretického hlediska velmi zajímavý. Vyplyvá z něho obecně koncipované pojetí psychologie, jež vychází z jednoty vědomí a činnosti, což musí vytvořit nové mezní vztahy, do nichž patří také elementární senzomotorické procesy z oblasti senzomotorické koordinace.

V praktickém životě a zejména ve výrobním procesu koná člověk pohyby

rukama a pažemi většinou za zrakové kontroly. Na tuto skutečnost až dosud nebyl brán ve výzkumech v dostatečné míře zřetel.

V elementární struktuře činnosti existují regulační vzájemné vnitřní vztahy, jež lze sledovat až do prostorově časové mikrostruktury. Struktura motoriky a receptorů je podstatným článkem vzájemných vnitřních vztahů a její znalost dovoluje předpovídat některé parametry jednání. Vnitřní struktura je určována poměrem mezi činností optického a motorického regulačního systému. Není jednostranně závislá na vnějších podmínkách, nýbrž jak předpokládáme, na změnách v poměru mezi činností regulačních soustav. Výzkumy potvrzují, že nelze zjednodušeně připisovat všechny výkony při optické kontrole nebo nízké zručnosti pouze optické regulaci a při chybějící optické kontrole nebo vysoké zručnosti jen motorické regulaci. K tomu je třeba zjišťovat znaky ve struktuře určité činnosti a to proto, aby bylo možno prokázat, který regulační systém právě dominuje. Taková kritéria byla zjištěna a pomocí nich lze proniknout hlouběji do podstaty optické a motorické regulace. Jedním ze závažných závěrů těchto výzkumů je např. zjištění, že je struktura činností z psychologického hlediska poměrně málo závislá na motorických podmínkách práce končetin, že je však značně ovlivněna motorickými podmínkami činnosti sensoriky, která zprostředkovává regulaci, takže závisí např. na shodě optických a motorických reaferencí.

Na přesnost senzomotorické koordinace má vliv celá řada faktorů, z nichž některé byly prokázány, jiné nikoli. Dá se předpokládat vztah mezi přesností centrace pravé a levé paže (*první hypotéza*), dále významný vliv věku, a to v záporném smyslu, neboť pravděpodobně vyvolává pokles přesnosti pohybové koordinace. S narůstajícími služebními lety lze uvažovat o pravděpodobném působení délky zaměstnání na pracovní výkon, který se nejdříve zlepšuje a později snižuje. S délkou zaměstnání se také pravděpodobně do jisté míry zesiluje vliv cviku na přesnost centrace, neboť spojovatelka pracuje stále v totéž provozu, provádí tytéž pracovní pohyby při zapojování kolíků do svírek. Je možno považovat za pravděpodobné, že účinnost obou faktorů (F a T, tj. věk a délka zaměstnání) na přesnost koordinace paží i na průměrný pracovní výkon spojovatele bude protichůdná (*druhá hypotéza*). V jednotlivých dnech v týdnu nejsou v meziměstské telefonní ústředně telefonistky stejně zatížené. Tato skutečnost působí na pracovní výkon a pravděpodobně i na přesnost koordinace při cílení. Tento *třetí hypotetický předpokládaný vztah* se pokusíme v této studii prokázat. Neméně závažný vztah lze očekávat u faktoru „obtížnosti pracoviště“ (PR). Závislost mezi druhem a složitostí práce na jednotlivých pracovištích v meziměstské telefonní ústředně a mezi přesností senzomotorické koordinace spojovatele je potřeba prokazovat, poněvadž v literatuře se poukazuje na to, že vztahy mezi velikostí pracovního zatížení a výkony psychických funkcí nejsou jednoznačné (*čtvrtá hypotéza*).

Subjektivní chronická únava (ISÚ a IISÚ) by mohla působit stejně jako neurotické obtíže. Projevují se v pracovním výkonu a poněvadž je senzomotorická koordinace jeho součástí, je možno vyslovit predikci o jejím ovlivnění.

Předpokládaný vliv neurotických příznaků (INP a IINP) a příznaků subjektivní

chronické únavy nepovažujeme však za významný u celé skupiny spojovatelek, nýbrž jen u malé části z nich, poněvadž neurotickými obtížemi trpí podle statistických výkazů v rámci naší populace pouze asi 7 — 8 % dospělých jedinců. Proto nelze s jistotou tvrdit, že se u zkoumané skupiny tyto faktory objeví. Na druhé straně však patří tato profese k velmi vypjatým povoláním, zatěžujícím především centrální nervovou soustavu, takže nelze předem vyloučit vliv faktoru neurotických příznaků i únavy na pracovní výkon a přesnost koordinovaných pohybů paží. Přesto se spíše přikláníme k nulové hypotéze, neboť považujeme za pravděpodobnější, že u zkoumané skupiny jako celku se neprokáží vztahy mezi přesností centrace a pracovním výkonem na jedné straně a mezi neurotickými příznaky a subjektivní únavou na druhé straně. Uvedené faktory neovlivňují významně pracovní výkonnost telefonistek jako celku (*pátá hypotéza*).

## 2. METODY VÝZKUMU CENTRACE

Velké množství metod, jimiž byly v psychologii do roku 1930 zkoumány výkony při smyslově pohybové koordinaci utřídil a kriticky zhodnotil W. Meistring (164). Historický přehled psychologických prací o manuální zručnosti i metod jejího výzkumu do roku 1947 podal M. Peteanu (184). Bibliografii původních psychologických prací o zručnosti publikovali R. B. Ammons a C. H. Ammons (3).

Uvedené práce byly zaměřeny na koordinované senzomotorické úkony a na zručnost obecně a i když zahrnovaly také cílené pohyby, speciálně o nich nepojednávají, třebaže tvoří relativně samostatný druh senzomotorických reakcí a jsou podstatnou složkou ve struktuře všech pracovních pohybů.

V dřívější práci (211) byl podán pokus o klasifikaci a kritický přehled základních metod cílení. Údaje, uveřejněné v různých časopisech a metodických studiích byly synteticky zpracovány. Bylo zjištěno, že různých psychologických metod, kterých užili badatelé v minulých šedesáti letech ke zkoumání prostoroového parametru pracovních pohybů, tj. prostorové složky, případně časové složky optickomotorické koordinace, je několik desítek. Některé z nich jsou vhodné ke zjišťování přesnosti zasahování cíle paží. Je možno je rozdělit do několika základních skupin: do první skupiny patří původní metodický postup H. S. Frenkela a všechny pozdější modifikace jeho postupu, ať už na jeho publikaci vědomě navazovaly nebo byly vytvořeny samostatně, nezávisle na něm. Do druhé skupiny řadíme postup H. Münsterberga a pozdější variace.

Jednou z nejstarších zkoušek centrace a snad vůbec nejstarší zkouškou cílení je metoda H. S. Frenkela. Autor ji použil a popsal v roce 1900 při terapii tabické ataxie (78/258, 260). U Frenkelovy metody jde o provádění centrace prstem ruky bez časového omezení. Patří do zkoušek cílení. Je velmi jednoduchá, rychlá a dá se jí odhadovat rozsah chyb, jichž se dopouštíme při provádění chtěných pohybů. Za základ své metody použil H. S. Frenkel míření prstem ruky do dírek nebo do kuliček nebo do korkových zátek.

Vzhledem k tomu, že tato metoda znamená začátek vědeckých výzkumů cílení, stručně ji popíšeme. V prkně o rozměrech  $25 \times 30$  cm umístil H. S. Frenkel v pravidelných vzdálenostech od sebe číslované prohloubeniny, které tvořily obdélník. Ve středu desky byla také jedna prohlubeninka. Pacient podle rozkazu pokládal co nejrychleji ukazovák jedné a pak druhé ruky do doličků. Metodu používal autor v několika dalších obměnách. Nemocný měl např. zasahovat postupně a jednotlivě ukazovákem jedné ruky nebo obou paží najednou v různých kombinacích dírký stejného průměru, vyřezané ve dvou dřevěných prknech, umístěných v šikmé poloze před tabikem. Byly to dvě destičky, každá s dvanácti dírkami a mohly se umístit podle potřeby do svislé nebo šikmé polohy. V jiném postupu užil H. S. Frenkel místo doličků nebo dírek zátky, jež byly zapuštěny v desce a vyčnívaly z ní. Tvořily dvě úhlopříčky a jednu stranu obdélníka. Pacienti cvičili pod odborným vedením a dozorem lékaře nebo zdravotní sestry ukazovací pohyby paží, aby se obnovila jejich porušená funkce. Přesné změření jednotlivých zásahů nebylo možno v tomto případě provést a původní zkouška to ani nesledovala, třebaže by byly mohly zjištěné parametry přesnosti pohybu pravděpodobně indikovat postup léčby nebo progresi choroby.

Popsaný test byl ještě dvakrát obměněn dalšími autory a to J. Mauere (1917) a J. C. L. Godefroyem (1921). J. Mauer (161) navrhl tzv. „střelbu do terče“, kterou měli provádět zkoumaní prstem. Tento úkon doporučoval pro cvičovat u oligofrenních dětí ke cvičení přesnosti pohybu. Ke zpevňování užíval zvláštního zařízení: když se podařilo dítěti zasáhnout střed, vyskočil panák. Mauerova modifikace využívala alternativního hodnocení přesnosti zásahů. Buď dítě daný terč zasáhlo nebo nikoli. Absolutní přesnost se však také nevyhodnocovala. Zkouška podle J. C. L. Godefroye (89) také nedovoluje s dostatečnou přesností hodnotit odchylky cílených pohybů paží. Dotyk dřevěného špalíčku o hraně dva centimetry ukazovákem, opatřeným žárovkou, nelze registrovat fotografickou metodou tak přesně, aby se dala proměřovat velikost jednotlivých odchylek. Zkoumané osoby také neměly zasahovat střed čtvercových plošek, nýbrž měly se jich pouze co nejrychleji dotýkat, bez ohledu na to, zda se jich dotknou ve středu nebo na okrajích. J. L. C. Godefroy nezkoumal přesnost pohybů, nýbrž jistotu a především dráhu cílených pohybů. Pro zjišťování přesnosti centrace nebyla tato metoda dostatečně přesná. Má však velkou výhodu, že jí lze sledovat průběh pohybu počínaje výchozí polohou a konče zakončením pohybu při dotyku daného cíle, i srovnávat, případně hodnotit typy drah pohybů.

Zkoušky této první skupiny použili autoři téměř výhradně k terapeutickým účelům. Popisované metodické postupy na sebe prokazatelně nenavazovaly a byly zřejmě publikovány nezávisle na sobě. Jejich společným znakem jsou centrační pohyby při ukazování prstem ruky a stanovený cíl bez časového omezení a bez požadavku měřit u jednotlivých pohybů odchylky od určených cílových plošek.

U Münsterbergovy metody je oproti Frenkelově postupu navš časová determinace cílených pohybů. H. Münsterberg (171/68; 229/1318) užíval k zasahování cílů předlohy různých hrotů a měřil také rychlost cílení. Jeho zkouška je jedna z nejstarších zkoušek tohoto druhu. Zkoumá se jí přesnost při provádění pohybu, byla uveřejněna v roce 1913. Münsterbergovy tři předlohy (3 listy papíru) byly horizontálně umístěny na stole, a to v různých místech zorného pole. Na každé byl jeden křížek, takže místo cílených pohybů paží bylo přesně

stanoveno. Kromě toho byla dána rychlost, jakou měly být realizovány jednotlivé pohyby.

V tomtéž roce publikoval E. G. Boring (33/19—27) metodu, která se od Münsterbergovy lišila pouze způsobem označení cílů. Při Boringově postupu pokusné osoby měly udělat tužkou bod do každého z pěti kruhů, které měly stejný průměr a byly umístěny v různých vzdálenostech od sebe. V instrukci nežádal přesné zásahy do středů terčů, nýbrž zkoumaná osoba měla udělat pouze do každého kruhu bod tužkou, lhotejno zda do středu nebo mimo střed.

Dalším psychologem, který propracoval podobný metodický postup byl G. M. Whipple (284/147—151). Publikoval jej o rok později nezávisle na Münsterbergovi a Boringovi. Liší se od nich pouze tím, že byly cíle (křížky) poblíž sebe na jednom archu papíru. Zasahování předtištěných nepravidelně uspořádaných křížků probíhalo také určenou rychlostí. Předloha byla upevněna na speciálním zařízení ve vertikální poloze a byla umístěna ve výšce očí zkoumané osoby. Cílení prováděli zkoumaní postupně pravou i levou paží.

Metoda J. Fontègne a E. Solariové z roku 1919 byla ze všech uváděných metod nejlépe přizpůsobena pracovním úkonům telefonistek. J. Fontègne a E. Solariová (76/105) zjišťovali determinaci přesnosti pohybů. Předloha o rozměrech 13,7 x 21,7 cm byla umístěna vertikálně na zdi, cílových bodů označených křížky bylo deset, tempo bylo nucené (100/min.). Sedící zkoumaná osoba měla zasáhnout šídlem první cíl nataženou rukou a pak postupně další cíle podle zvuků metronomu. Po každém cíleném pohybu měla nechat klesnout ruku až na své koleno do neutrální výchozí polohy.

Z českých autorů zjednodušil Whipplovu metodu J. Mauer (161/74) tím, že užil jednoho terče, jehož střed zasahovaly zkoumané osoby hrotem.

Přesný záznam délek časových hodnot jednoduchých izolovaných motorických reakcí je poměrně snadnou technickou záležitostí. Měření seriových reakcí rychle po sobě následujících a opakujících se podle daného programu je však složitější a ještě obtížnější je jejich rychlé vyhodnocování.

Pro zkoumání vztahu mezi přesností a rychlostí cílených pohybů za různých podmínek byl zkonstruován na katedře psychologie FF UJEP v Brně v roce 1968 automatický přístroj, ve kterém jsou podněty programovány a oba druhy reakcí zkoumané osoby jsou registrovány graficky i pomocí počítačů. Vyhodnocování se provádí dodatečně z prvotního záznamu do protokolu. Přístroj byl navržen J. Sedlákem a zkonstruován I. Peiskerem, posluchačem elektrotechnické fakulty VUT v Brně. Byl použit a po prvé popsán v diplomové práci P. Ševčíka (238). Aparatura umožňuje velmi přesnou registraci. Záznamy lze snadno vyhodnotit, takže znamená urychlené získávání závěrů o centračních volních pohybech.

Problematickou metodou výzkumu centrace se zabývala celá řada autorů. Na základě studia výsledků jejich výzkumů lze dospět k závěru, že již od začátku tohoto století jim byla věnována velká pozornost. Senzomotorická koordinace se uplatňuje nejen při hrubých pohybech, ale i při jemných pohybových činnostech. Pohybové zkoušky sloužily k diagnostickým účelům při hodnocení přesnosti pohybové reakce, při začleňování jedinců do určitých profesí, při hodnocení jejich výkonu i při diagnostikování a terapii různých chorobných stavů a poruch. Postupně lze u jednotlivých metod zaznamenat stále větší přesnost



zvolených postupů a také přesnější registraci jejich průběhu a jejich výsledků. Všechny popsané metody prošly řadou modifikací, byly přizpůsobovány různým potřebám a požadavkům.<sup>1)</sup> Srovnáme-li všechny obměny téže metody, je nápadné, jak jedna navazuje na druhou a jak dochází k postupnému zpřesňování při hodnocení přesnosti cílených pohybů. Podrobné sledování užitých výzkumných metod umožnilo dospět k velmi detailnímu a přesnému řešení dané otázky v návrhu a propracování metody, užitě v této práci.

### 3. POJEM KOORDINACE A DISKOORDINACE

Pojem koordinace (cum = s; ordino = pořádám) má mnoho významů, doslovný překlad znamená souřadnost. Pod termínem koordinovat rozumíme stavět něco na stejný stupeň neboli na roveň, souběžně vedle sebe, uspořádat něco nebo přiřadit něco v souladný, rovnocenný vztah.

Tato definice obsahuje hledisko klasifikační, avšak je v ní také zahrnut vztahový prvek. Koordinovat znamená totiž nejen pořádat něco na stejné úrovni, nýbrž také uvádět něco ve vzájemný souladný a rovnocenný vztah. To je nejobecnější význam tohoto termínu. V užším významu chápeme koordinaci jako řízení vztahů.

Koordinaci pozorujeme v nejprimitivnější formě již u buňky, jejíž základní životní projevy jsou řízeny jádrem, hlavním a snad jediným koordinačním činitelem. Od jednobuněčných organismů až po obratlovce má koordinace velmi široký biologický význam, neboť slouží k uspokojování jejich základních biologických potřeb. V biologii znamená koordinace uspořádanost výkonů, hlavně pohybů těla a jednotlivých ústrojů (215/218). Koordinace předpokládá vzájemné propojení a závislost všech elementů živého organismu. Zvířata používají cílených pohybů buď k uchvácení potravy nebo k dosažení nepřítel, případně k útěku od něho nebo k dosažení druhého pohlaví. Avšak nejvyšší koordinace u zvířat chybí (119/12—41).

Při vymezování pojmu koordinace u člověka jsou zastávána dvě základní hlediska. Je to především hledisko obecné, širší, kdy jde o koordinovanou činnost mezi orgány, funkcemi, ústrojími a jejich soustavami a pak je to užší, specializované hledisko, kdy se pojem koordinace vztahuje na činnost motorickou nebo senzomotorickou.

V psychologické a fyziologické literatuře nalézáme velké množství definic koordinace, které vymezují daný pojem z různých aspektů. Obecnější definici nalézáme např. u A. N. Krestovnikova, E. B. Kossovské, P. Weisse, Förstera, H. Gottstein-Schenckové a W. Gottsteina.

A. N. Krestovnikov a E. B. Kossovská (137/25) chápou koordinaci obecně. Podle nich jde o soulad neboli souhlas v činnosti různých orgánů a soustav živého organismu nebo o pracovní podřízení různých neuronů, jež zajišťují sladě-

<sup>1)</sup> Jejich přehled je uveden v kandidátské dizertační práci — Jiří Sedlák. Přesnost senzomotorické koordinace spojovatele, Praha 1964, str. 49—94.

nou činnost orgánů. Tato shoda v činnosti je podle nich podmíněna existencí podráždění a útlumu v centrální nervové soustavě. P. Weiss (278/95) správně zdůrazňuje, že se každý složitý pohyb orgánu nebo celého organismu skládá z přísně koordinovaného pořadí jednotlivých pohybů příslušných svalů. U amfibií a také u savců existuje zděděný základní plán pořadí pohybů v centrálním nervovém systému. Toto pořadí se nedá na nižších vývojových stadiích změnit, třebaže je pro zvíře mnohdy nesmyslné nebo mu někdy dokonce i škodí. Koordinace je pak pro tato zvířata jakýmsi preformovaným mozaikovým systémem. Pojetí koordinace u Förstera, H. Gottstein-Schenckové a W. Gottsteina (90/1) je také obecné. Tito autoři chápou koordinaci jako schopnost organismu pracovat pomocí svalových vláken na splnění určitého výkonu s co nejmenší spotřebou energie.

Užší definice koordinace, zaměřené na senzomotorické procesy odrážejí výsledky četných experimentů a vycházejí často z jejich velmi zúženého zaměření. Definice Th. Ziehena (293/8,14) je obecná, označuje koordinaci za uspořádané, rytmické, společné působení pohybů. Ziehen ji však omezuje jen na pohybovou stránku. Koordinací vyššího řádu nazývá určité přízpůsobení více podnětům, které působí ve stejnou dobu. Význam koordinace jen na svalovou koordinaci zužuje také Hans von Bayer (17/133; 18/33, 973) a A. Rüssel. (198/18,19; 199/23—44). Podle těchto autorů je svalová koordinace souhra různých kloubů končetiny, způsobená přesahováním svalů, jež jdou přes více kloubů. Ke svalové koordinaci může podle nich vést také aktivní a pasivní insuficience. Toto vymezení pojmu koordinace správně vystihuje význam kloubů a svalů a jejich zladěnou činnost, avšak další důležité prvky opomíjí. Ke koordinaci pohybů patří nepochybně souhra, která reguluje míru a rychlost pohybů, časové zapojení jednotlivých končetin a svalových partií, musí ovšem úzce navazovat na příslušné orgány a na jejich periferní a centrální aparáty.

E. Babák správně postihl základní prostorově-energeticko-časové schéma podnětu a příslušnou reakci na něj. Koordinovat podle něho znamená pořádat činnost, sdružovat pohyby, jevy a to podle síly (intenzity), podle rychlosti (trvání) a podle průběhu (sledu), tak, že výsledkem je účelný, celkový pohyb (11/43, 283, 367).

Jiní autoři zdůrazňují různé aspekty koordinace, např. L. Drastich vyzvedá, že jsou koordinované pohyby účelné a přiměřené vzhledem k potřebám organismu (64/36), J. Vitek (261/237) uvádí, že míří údy při koordinovaných pohybech k cíli správně a odměřeně, přiměřeným tempem od počátku do konce, případně i bez zrakové kontroly. Podotýká, že je u dospělého člověka složitá integrační nervová činnost většinou automatizována. Koordinace pohybu závisí podle M. Gureviče a N. J. Ozereckého také na zachování směru, na pravidelné inervaci (96/98).

E. Jeske (120/72) považuje koordinaci za nerušené spolupůsobení svalů a svalových skupin při pohybech. Koordinovaný pohyb se může uskutečnit proto, že se podráždění v centrech ohybačů kombinuje s útlumem v centrech natahovačů. Snížení tonu (137/25) natahovačů, způsobené útlumem v centrech napomáhá tomu, že se uskuteční ohnutí.

U všech složitějších pohybů je třeba koordinovat najednou vždy několik svalových skupin. Abychom provedli pohyb hladce a správně jej odměřili, je důležité, aby byl uveden v činnost potřebný počet svalů, aby se každý sval smrštil jen natolik, nakolik je zapotřebí ke správné souhře a konečně aby byl sled jednotlivých hybných podnětů správně časově uspořádán. Např. při pohybu (flexi) lokte se téměř současně se smrštením ohybačů budí z centra ochabnutí natahovačů, ke konci pohybu se však opět jejich napětí zvýší, takže se pohyb včas a hladce zabrzdí (159/736). Tento pohyb ovšem považujeme za jednoduchý. u složitějších jsou poměry značně komplikovanější.

F. Dorsch (63/177) uvádí, že je koordinace důsledně uspořádaná, často také ekonomická souhra údů, tj. svalů a svalových skupin, jak je to nutné při každém pohybu v jednaní. Podobnou definici podává W. Meistring (163/128; 164/517). Definuje koordinaci jako účelový výběr svalů, které jsou potřebné k realizaci pohybu se zřetelem k síle a pořadí inervace. Uvedené vymezení je úplnější než předešlé, avšak přesto opomíjí spolupráci jiných soustav, zvláště senzoricou složku koordinace. Foerster a Wachholder považují koordinaci za přízpůsobení pohybového výkonu určitým požadavkům. Drever mluví o svalové nebo motorické regulaci, o harmonické kooperaci svalů, svalových skupin ve složitém výkonu nebo v řadě výkonů. Tato definice je však pouze popisná a omezuje se jen na periferní jevy.

M. Schornová (216/195, 199, 200; 217/158) a E. Westphal (283/219) výstižně zdůrazňují, že u senzomotorické koordinace jde o zkombinování dvou úloh současně konaných, do jednoho výkonu. Takové řešení je velmi ekonomické, úspěšné a výhodné. Oba úkoly tvoří jednotu a jsou prováděny v tomtéž čase a nevyžadují různou úroveň pozornosti. Umožňují zvýšení výkonu, neboť jde o simultánní psychické akty. Koordinaci považuje A. A. Tolčinský (podle S. L. Rubinštejna) (244/580) za jednu ze základních vlastností pohybu, přičemž k jeho dalším vlastnostem počítá rychlost, sílu, tempo, rytmus, přesnost a jistotu. plastičnost a obratnost.

Z uvedeného přehledu vyplývá, že se o vymezení pojmu koordinace pokusilo mnoho autorů, z nichž někteří podali definice příliš obecné, jiní se omezili jen na některé znaky a pominuli ostatní znaky pojmu. Shrňme-li poznatky všech dostupných definic, dojdeme k závěru, že koordinace je soulad svalových skupin ve složitém výkonu, který vyhovuje určitým požadavkům. Takový koordinovaný výkon je řízen souhrou procesů podráždění a útlumu v centrálním nervovém systému.

V této definici lze vysledovat tři základní hlediska, a to: prostorový parametr reakce, časový parametr reakce a její energetický výdaj. Avšak máme-li koordinaci odlišit od regulačních a integračních mechanismů, je třeba k tomuto schématu dodat další znak, a to skutečnost, že jde u senzomotorické koordinace o získanou vlastnost složitě reakce. Koordinaci lze definovat takto: koordinace je soulad v činnosti nejen svalových skupin nebo orgánů nebo jejich soustav, nýbrž i psychických funkcí ve složitě reakci. Tento soulad odpovídá prostorově — časově — energetickému schématu složitě pod-

nětu, které bylo získáno učením jako výsledek souhry procesů podráždění a útlumu v centrálním nervovém systému. (Srovnej D. Kováč 128 a 129).

Pojem *diskoordinace* má opačný význam jak pojem *koordinace*, u obou těchto pojmů existuje v podstatě dvojí pojetí. První je širší a zahrnuje obecnější hledisko. Z tohoto širšího aspektu znamená *diskoordinace* přechodnou poruchu chování nebo souhry orgánů, ústrojů, psychických a fyziologických funkcí, jednotlivých analyzátorů. Uvedený termín vyjadřuje, že došlo k jistému narušení jednoty, spolupráce analyzátorů, funkčních soustav, tj. k disharmonii, k rozpadu součinnosti funkcí.

V užším pojetí jde o dočasnou poruchu souhry svalů. V tomto zúženém významu používá se termínu *diskoordinace* v této práci.

Diskoordinací tedy rozumíme funkční poruchu pohybů, která trvá různě dlouho a která se projevuje disproporcí pohybů. Dochází při ní k poruše souladu v činnosti svalových skupin nebo orgánů nebo jejich soustav a psychických funkcí. Vyskytují se při ní odchylky od správného směru pohybu, od jeho síly a rychlosti. Poruchy koordinace jsou vyvolány krátkodobými funkčními změnami v centrálních mechanismech. Za normálních okolností zaručují totiž centrální integrační mechanismy účelnou součinnost jednotlivých systémů, zúčastněných analyzátorů, tj. umožňují dobrou souhru všech svalů a psychických funkcí, jež spolupracují při realizaci volního pohybu, a to v takovém pořadí, síle a rychlosti, která je nutná pro přesnou realizaci příslušného pohybu.

Na základě obecné charakteristiky a vymezení pojmu *koordinace* a *diskoordinace* i metod výzkumu *centrace* lze konstatovat, že je uvedená problematika neobyčejně významná při veškeré pohybové činnosti člověka vzhledem k tomu, že bez opticko motorické koordinace nelze uskutečnit přesné cílené pohyby. Při rychlém rozvoji vědy a techniky, jenž se promítá v praxi v postupující automatizaci, je třeba docenit význam přesné koordinace zrakově pohybové, věnovat jejímu vytváření mnohem více pozornosti a zkoumat, jaký je její vývoj, vzestup, nedostatky, případně i překážky. Přesné experimentální výzkumy tohoto druhu jsou neobyčejně potřebné, protože mohou umožnit rozšíření teoretických poznatků a jejich aplikaci na situaci při řešení výchovně vzdělávacích a pracovních problémů ve sledované oblasti.

#### 4. TEORIE KOORDINACE POHYBU

V odborné psychologické literatuře je možno vysledovat nejen definice *koordinace* (viz kapitulu I., 3, str. 14—17), nýbrž i snahy o formulování její podstaty, pokusy o vystižení teorie *koordinace*. Všechny dosavadní teorie *koordinace* lze rozdělit do dvou základních kategorií. Do první se řadí *teorie analytické* (např. teorie Heringova, Kriesova, reflexní, Lewinova, Tolmanova), do druhé *syntetické, komplexní teorie* (např. celostní teorie, Pearova teorie, psychofyzická, flukтуаční teorie).

K nejstarším teoriím pohybové koordinace se počítá reflexní teorie, která je v podstatě zvláštním vyjádřením obecného dialektickomaterialistického principu determinismu. Činnost různých orgánů je v organismu spojena řetězcem procesů podráždění a útlumu, které jsou známé ve své nejjednodušší formě jako reflexy nepodmíněné a ve složitějších formách jako reflexy podmíněné. Jsou předpokladem většiny komplikovaných forem činnosti nervové soustavy. Základem koordinace činnosti různých soustav organismu je z reflexního hlediska zpřesnění vztahů mezi podrážděním a útlumem v centrální nervové soustavě (210/99—217; 137/25). Reflexní, tzv. rezonanční teorii svalové inervace při koordinaci propracoval Paul Weiss (280/161).

Někteří autoři se staví neprávem k reflexnímu pojetí koordinace záporně. Patří k nim např. Fischer a Steinhausen (1925), kteří odmítají reflexní podstatu koordinace (73/635), i F. Dorsch (63/178), jenž namítá, že prý učení o reflexech nevysvětluje adekvátně, jak lze dosáhnout při různých výchozích polohách a tím při různých podnětech téhož cíle. Z dalších autorů lze uvést Koffku, van der Holsta a některé práce Bernštejna. Uvedení badatelé tvrdili nesprávně, že prý nedává reflexní teorie koordinace odpověď na podstatu jednoduchých, ale proměnlivých koordinací. Na tuto — svého času velmi vážnou námitku — odpověděly velmi podrobné analýzy průběhu pohybů z psychofyziologického hlediska (P. K. Anochin, E. A. Asratjan, N. A. Bernštejn, E. C. Tolman aj.).

Např. práce P. K. Anochina (5/148—182), E. A. Asratjana (60/803) a N. A. Bernštejna (27/70—80) byly věnovány výzkumům přestavby nervových impulsů a vytváření funkčních systémů. Výsledkem rozsáhlých experimentů bylo zjištění, že žádný pohybový úkon není výsledkem činnosti fixované skupiny svalů ani není souhrnem vždy týchž impulsů, nýbrž je velmi pohyblivým a snadno přestavitelným funkčním systémem, jenž zahrnuje impulsy spjaté někdy i s prostorově různými oblastmi.

Domníváme se, že právě tento problém, neřešitelný pomocí dřívějších teorií koordinace uspokojivě vysvětluje reflexní teorie. Když se nacvičuje určitý koordinovaný pohybový úkon, realizuje se vždy za neměnných podmínek, ze stejného základního postavení, příslušné nervové hybné vzruchy mají přesně vymezený charakter, směřují k příslušným svalům a vyvolávají v nich vždy stejnou sílu svalových smrštění ve stejném pořadí. Avšak na druhé straně bylo prokázáno, že mohou probíhat pohyby stejného rozsahu při různých stupních šlachového a svalového napětí. Provádíme-li např. na kinematometru aktivní a pasivní pohyby stejného rozsahu, vnímáme obojí druh pohybu stejně dobře. Musí však u nich být zachován týž začátek, směr a rychlost, nejen stejný rozsah, neboť začít např. tentýž koordinovaný pohyb z jiné základní polohy znamená zvolit poněkud jinou organizaci práce svalů, aby bylo možno zasáhnout stejný cíl. Jsme-li jej schopni dosáhnout, aniž vykonáme pohyb stereotypním způsobem, je to umožněno tím, že má změna výchozí polohy vlivem proprioceptivních impulsů přesný odraz v mozkové kůře, v níž také probíhají koordinace nervových vzruchů ve shodě se změněnými podmínkami. Seběmenší změnu

východí polohy pohybu orgánů člověk vnímá, mozková centra vysílají ihned příslušné impulsy ke korekci odchylek a pohyb proběhne úspěšně. Průběh pohybu začínající z různých základních postavení je třeba vždy nově nacvičit, poněvadž vycházíme-li při cvičení pouze z jednoho místa a realizujeme jej tímž způsobem, činí to jistě potřze, má-li pak člověk vykonat stejný úkon z jiné polohy, poněvadž musí jinak koordinovat své pohyby. Při dobře vyvinuté kinestetické čivosti se člověk po několika pokusech poměrně rychle přizpůsobí změněným podmínkám, v opačném případě musí překonávat různé obtíže, vyvolané nepřesnými signály z kinestetických receptorů.

Menší poruchy kinestetické čivosti se vyskytují podle P. A. Rudika (195/109) poměrně často. Jsou způsobeny tím, že jsou nedostatečně rozvinuty příslušné receptory podobně jako u jiných smyslových orgánů, a to se projevuje v méně přesném provádění pohybů.

### Heringova teorie

Fyziologická Heringova teorie (100/601—620) z roku 1898, v podstatě zdůrazňuje fakt, že je vždy normální koordinovaný pohyb výsledkem současné akce více svalů, že nejsou antagonistické svaly inervovány současně, následuje-li pohyb ve smyslu jednoho z obou antagonistů. Jsou-li současně inervováni antagonisté, slouží antagonistická synergie k zajištění správného směru pohybu. Heringovo vysvětlení bylo možno značně později doplnit na základě nesčíslných experimentálních prací různých fyziologů mnoha dalšími podrobnostmi. Při každém pohybu se zúčastňuje více různých svalů. Na jejich přesné koordinaci závisí přesnost pohybu. Při úmyslných pohybech (167/226, 246, 256, 263—265) se uplatňují protagonisté, vykonávající vlastní pohyb, dále koordinovaná akce antagonistů, která usnadňuje činnost protagonistů, synergisté, usnadňující udržení polohy při výkonu a fixující určité klouby a skupiny vzdálenějších svalů, doprovodící hlavní pohyb.

### Teorie von Kriesova

Teorie tří koordinát od J. von Krieseho (138/197—200, 246—248) z roku 1923 správně vyzvedá, že každému směru ukazovacího pohybu paže odpovídá určitý směr zrakového vnímání. U dospělých se vytvářejí po mnoha opakováních, jež se uskutečňují během mnoha let, trvalé spoje mezi stopami pohybů a mezi stopami, jež po sobě zanechávají v centrální nervové soustavě prostorové hodnoty zrakem vnímaných předmětů, na něž ukazujeme. Kries považuje prostorové hodnoty za koeficienty z míst sítnice a za koeficienty z faktoru místa. Díváme-li se rovně před sebe a ukazujeme-li stejným směrem, shoduje se optický směr s motorickým směrem.

Kriesovu teorii doplnil Karel Scholl (215/217) v roce 1925, který správně upozornil na to, že senzomotorickou koordinaci také ovlivňuje v jistých menších vzdálenostech navýš ještě odhad vzdálenosti, neboť mezi ramenním kloubem a optickým středním bodem je vždy jistý prostor. Při určování optické a mo-

torické složky koordinace je třeba rozlišovat tři koordináty, mezi nimiž existují vztahy. K. Scholl také zjistil, že asociace, které byly cvičeny po velmi dlouhou dobu, mohou být snadno nahrazeny jinými. Je to umožněno tím, že při uskutečňování smyslově pohybové koordinace existuje značná labilita, která je zřejmě potřebná, aby bylo možno upravovat jemnou spolupráci mezi okem a údy.

## Celostní teorie

Celostní teorie se aplikovala v nejrůznějších oblastech hlavně při vysvětlování psychických jevů. Celostní teorii pohybu podal Otto Klemm v roce 1938 (123/292—296) a propracovali ji jeho spolupracovníci. V pracovní skupině O. Klemma byly výzkumy zaměřeny na strukturu sportovní činnosti a pohybů při práci. Stimpel, Oeser, Steger a Voigt zkoumali převážně motorické výkony velkého rozsahu. Drill zjišťoval průběh cílených balistických pohybů při úderu kladivem a navázal tak na výsledky sovětského psychologa Bernsteina z roku 1923. (26).

O. Klemm se také ve svých pracích vyjádřil — vlivem Bernsteinových výsledků — k otázce, kterou úspěšně řešila reflexní teorie koordinace, totiž proč dává různé provedení téhož pohybového úkonu stejný výsledek. O. Klemm (122/391) jej vysvětluje tak, že se vytvářejí z těch impulsů, jež vyvolávají nacvičený průběh pohybu, senzomotorické celky se vzájemně se přesahujícími vlastnostmi a že jsou obvykle odchylky od stanoveného průběhu menší než kolísání jednotlivých dílčích pohybů, že tedy celek probíhá přesněji než jeho jednotlivé části. Tím se může zásadně lišit efekt cílení člověka od výsledku, jež lze očekávat u dílčích úkonů podle balistických zákonů v nezávislé variantě. V rámci organismu mohou být totiž jednotlivé úkony v průběhu pohybu vzájemně předem určeny, jejich komponenty mohou proto kolísat v jistých mezích, aniž by tím byl ohrožen výsledek a tak vedou četné rozdílné motorické struktury podle Klemma ke stejnému účinku. Dále Klemm uvádí, že žádoucí struktura pohybového úkonu se může sama od sebe správně nastavit, aniž si člověk uvědomuje její význam a že jsou při volném pohybu dílčí výkony podřízeny celkovému úkolu, který proto může dosáhnout optima.

Srovnáme-li při řešení této otázky reflexní a celostní pojetí, docházíme k závěru, že je Klemmovo vysvětlení poplatno jeho teorii, že je příliš rámcové a nepřihlíží k závažným výsledkům psychofyziologických výzkumů při vytváření funkčních, podle účelu přestavitelných systémů. Celostní teorie předpokládá, že je koordinace jednotný komplex. Když si člověk nacvičil složité pohyby, provádí je přesně, s jistotou a snadno. Tento fakt interpretují celostní psychologové tím, že je průběh „pohybového celku“ (v němž se prý uplatňují „zvláštní pojivě síly“, „pojivá a strhující síla celku“, „snaha duše dosáhnout celost“), určen dominací celku. Je prý tím jistější a přesnější, čím se více podrobuje časové rozčlenění spojujícím silám celku. Pud dosáhnout správný pohybový celek je prý obecný a je všem pohybům společný. Podle A. Rüssela (1943) nepřizpůsobujeme samotný pohyb úmyslu vykonat jej, neboť si v mnoha případech jasně uvědomujeme jejich jednotlivé elementy buď vzhledem k údům

a svalům, jež se pohybu zúčastňují, nebo ve vztahu k časové a silové složce pohybu. Není prý rozhodující to, že se pohyb připojí k plánu toho pohybu, který jsme měli v úmyslu realizovat, nýbrž rozhoduje vnitřní řád děje, existence celku ve smyslu daného rámce pohybu. Ve většině případů, tvrdí A. Rüssel, prý nevzniká při koordinovaných pohybech vlastní úmysl. Různé, často překvapivě uspořádané pohyby prý nemusíme provádět vědomě a úmyslně (198/16—20). Zde se Arnulf Rüssel mýlí. Ve skutečnosti musí být každý později automatizovaný pohyb zpočátku plně vědomý a zůstává i později pod kontrolou vědomí.

Celostní pojetí koordinace najdeme i u Ferdinanda Kratiny (134/64, 68; 133/209—210), který v podstatě reprodukuje hlavní Klemmovy myšlenky: opakováním činnosti vznikají „zaměřenostní celky téměř úplně nevědomé“, zaměřenost neboli „získaná a proměnlivá pohotovost k pohybům nebo k zážitkům se při tom postupně zdokonaluje“. Podle celostních psychologů je zaměřenost funkcí centrálního činitele, který se řídí obecně biologickou zákonitostí a bývá zpočátku difuzní, postupně se zdokonaluje“. Podle celostních psychologů je zaměřenost funkcí centrálního činitele, který se řídí obecně biologickou zákonitostí a bývá zpočátku difuzní, postupně se stává vyhraněnější až dosáhne toho stupně, který nejlépe odpovídá žádoucímu pohybu.

Pro rozvinutí vědecké teorie koordinace neznamená celostní teorie přínos. Zeslabování úlohy vědomí a vysvětlování podstaty koordinace pomocí „pojivé síly celku“, předpokládá zavádět novou neznámou jako vysvětlující princip. Jak ukazují četné výzkumy, jsou složité koordinované pohyby vědomé. Mají nejen časovou charakteristiku, tj. trvání, délku, intenzitu, pořadí a spojení, nýbrž zahrnují i sebekontrolu, zajišťující průběh podle daného plánu. Mají také prostorovou charakteristiku, tj. délku pohybu, směr, přesnost, dráhu atd., dále energetickou charakteristiku, tj. energetické výdaje při realizaci pohybu a také strukturní charakteristiku, tj. vazbu a vztahy mezi jednotlivými složkami a podmínkami.

## Pearova teorie centrálního faktoru

Teorie G-faktoru měla velmi široké aplikace. Nejpodrobněji byla propracována v rámci kategorie „intelligence“, byla však užita i v jiných oblastech, např. u obratnosti a zručnosti.

Pearova teorie z roku 1938 se opírá o předpoklad, že všechny druhy obratnosti mají obecný základ, jakýsi centrální faktor, který se vyskytuje ve všech pohybových úkonech bez výjimky (182/49). Existenci tohoto společného faktoru postuluje i u koordinace. Východiskem je mu známá koncepce generálního, obecného faktoru, kterou aplikuje na koordinaci. Před ním se již I. N. Langdon v roce 1932 na základě výzkumů manuální zručnosti a jejího statistického rozboru domníval, že existuje u pohybové koordinace společný prvek, který je centrálního původu. Tento společný faktor se prý vyskytuje u všech druhů zručnosti, u všech koordinovaných pohybů (146). Tato teoretická koncepce je obměnou a aplikací teorie G-faktoru.

Faktorovou analýzou psychomotorických schopností bylo zjištěno, že existuje



celkem dvanáct faktorů (rychlost prstů a zápěstí, obratnost prstů, rychlost pohybů paže, kontrolovaný pohyb ruky při cílení, stálost ruky, rychlost pohybu, manuální obratnost, psychomotorická rychlost, stopování, prostorové pohybové vztahy, posturální reakce a přesnost), z nichž za nejdůležitější považuje E. A. Fleishman rychlost, přesnost a stálost pohybu (75/437—454).

Proti hledání faktoru, společného všem pohybovým strukturám nelze mít námitky. Nesprávnost Pearovy a Langdonovy koncepce záleží v tom, že nelze uměle redukovat koordinaci pohybu na jeden jediný společný faktor.

### Psychofyzická dualistická teorie

Tradiční dualismus předpokládal, že jsou psychické momenty v lidské činnosti jakoby vnějšími silami, které řídí pohyb zevnějšku. Tento pohyb považovali dualisté za čistě fyzický výtvar, pro jehož fyziologickou charakteristiku je bezvýznamný ten psychofyzický kontext, do něhož je začleněn.

Pojetí pohybů nebo vůbec jednání jako čistě tělesného útvaru bylo tradičním projevem dualismu v psychologii. K jeho překonání bylo nutno splnit základní předpoklad, tj. přijmout koncepci zpětné aferentace v psychologii.

Podle této představy je senzomotorická koordinace řízena výlučně psychikou člověka a na dosažení cíle nemají vnější podmínky prostředí žádný vliv. Psychické faktory určují charakter činnosti nervových mechanismů. Východiskem této koncepce koordinace je idealistické pojetí psychiky.

### Lewinova teorie

Kurt Lewin předpokládal, že při každém zaměření na cíl vznikne v člověkovu napětí. Když bylo cíle dosaženo, napětí se vybijí. Není-li dosaženo cíle, napětí zůstane v systému a může vést k opětnému úkonu, dovolují-li to okolnosti.

Lewin vystihl správně, že existuje u člověka, zasahujícího cíl, vztah k tomuto cíli. Redukoval však volní činnost na dynamické vztahy napětí a vybití, považoval je za čistě formální, tj. za nezávislé na jeho obsahu a tím zanedbával vědomou regulaci volního aktu, která je specifická pro volní akt, neboť vychází ze správného předpokladu, že je cíl více nebo méně jasně uvědomován. Jeho teorie má pro výklad koordinace pouze okrajový význam.

### Tolmanova teorie

Je-li určitý sled pohybů naučený, pak určité znaky dráhy pohybu jsou „znakem“, že bude cíle dosaženo sledováním dráhy. E. C. Tolman formuloval tento fakt v roce 1948 ve své kognitivní teorii síly návyku (teorie neposilování). Aplikujeme-li tuto Tolmanovu teorii kognitivní síly návyku na případ zasahování cíle, dojdeme k závěru, že si člověk při dosahování cílů různě vzdálených a umístěných v různých částech zorného pole vytváří „dosahovací mapu“ pro příslušné cíle. Dříve než je vytvořena „dosahovací mapa“ musí být vytvořeny „paměťové mapy“ jednotlivých drah pohybů.

Tolmanova teorie (246) vystihuje vcelku výstižně průběhovou stránku centračních pohybů, ostatní prvky senzomotorické koordinace však opomíjí.

K. W. Spence a W. C. Shipley při analýze dosahování cílů v bludišti poukázali v této souvislosti na tzv. cílové zaměření jako obecnou orientaci směrem k cíli. Zaměření na cíl považují někteří autoři za činitele, který je příbuzný pudu (R. S. Woodworth a H. Schlosberg). Při dosahování různých cílů se skutečně vytváří cílové zaměření, poněvadž cíli nejsou jen předměty, nýbrž i potrava. Cíle jsou pro člověka různě přitažlivé a působí při jejich dosahování nesterjné silně, takže vzniká interference alternativní a anticipační tendence.

### Teorie efektu

Viktor von Weizsäcker vyslovil v roce 1947 hypotézu, že efekt není určován v jednotlivých úsecích pohybu svými komponentami, nýbrž že se aktuální průběh řídí převážně efektem. Weizsäckerova teorie (281/139) se nazývá proto teorií efektu nebo výsledku nebo rezultační teorií. Tato teorie, podle níž se průběh koordinace řídí jejím výsledkem, není podrobněji propracovaná, nemůže být upřesněna ani fyziologickými daty, neboť fyziologický průběh koordinovaného procesu není znám do všech potřebných podrobností.

Řídící princip nebo invarianta pohybové regulace, tedy předvolba výsledku se zdá odpovídat onomu pořadí, který je popsán v Anochinově systému jako akceptor činnosti a je adekvátní také modelu eference Ericha von Holsta (168/7—8) a H. Mittelstaedta (168/16—25). Někteří autoři se domnívají, že lze zjistit vztahy mezi uvedenými neurofyziologickými modely a mezi úvahami K. Steinbacha o vnitřním modelu vnějšího prostředí v učících systémech (227/138, 140, 196, 198). Ve všech případech tzv. volního jednání je akceptor činnosti stálým řídicím faktorem, který zajišťuje souhlas mezi probíhajícím jednáním a mezi původním záměrem (úmyslem). Srovnává plán jednání, který vznikl před začátkem reakce (5/182).

### Fluktuální (oscilační) teorie

Fluktuace neboli oscilační teorie koordinace zdůrazňuje, že každý pokles výkonnosti její senzorické nebo motorické složky zhoršuje přesnost cíleného pohybu. Fluktuace tedy může být lokalizována buď do smyslového orgánu nebo do pohybového aparátu.

Senzorická fluktuace byla zkoumána u prahových sluchových podnětů Urbantschitschem, Staughterem, Faylorem, Ecknerem, Wiersmou aj., u prahových zrakových podnětů Massonovem, Marbem aj. Uvedené experimenty prokázaly (viz 288/94), že se její frekvence značně mění, že je závislá na síle podnětů a je ovlivňována fluktuací pozornosti, že není u téhož jedince konstantní, že nezávisí ani na svalové nestálosti malých svalů středního ucha ani ciliárního svalu (Urbantschitsch, Pace, Staughter, Feree), že závisí částečně na senzorické adaptaci a na centrálních činitelích (např. na změnách v krevním oběhu mozku). Fluktuace byly také zjištěny při výzkumech rychlosti a přes-

nosti zásahů do terče i při zkoumání reakčních dob. Zvláště zásahy značně vzdálené od středu cíle byly vysvětlovány fluktuací výkonnosti v plynulé práci (Woodworth, Schlosberg). Byly pozorovány v řadě experimentů. Někteří autoři je nazývají „periody váhání“ a považují je za pravidelné (Sterzinger (231/121 až 161; 230/177—196), jiní za aperiodické (A. G. Bills 31/230—245; 31a/172—185; 31b/562—573). Fluktuaci nazývá A. G. Bills blokadami. Definuje je jako interval mezi dvěma za sebou následujícími odpověďmi, který je nejméně dvakrát delší než průměrný interval individua během téže pracovní periody. Blokáda se tedy projevuje jako mimořádně dlouhý reakční čas, jako pokles výkonnosti, který probíhá podle složitého rytmu, skládajícího se z pomalejší vlny, přes níž je přeložena rychlejší vlna. Bills vysvětluje blokády hypoteticky jako neúmyslné oddychové pauzy, jež oddalují nástup únavy. Kdyby tomu tak bylo, mohly by převzít funkci blokad krátké přestávky, vložené uměle do pracovního procesu. Takový experiment A. G. Bills uskutečnil v roce 1935 a svou hypotézu jim potvrdil.

Téhož cíle lze totiž dosáhnout více nebo méně odlišnými způsoby. Jakmile se člověk naučí jeden způsob, podobné postupy při zasahování cíle se již nemusí zvlášt učit (112/149).

V této kapitole byl podán přehled nejvýznamnějších teorií koordinace a jejich vývoje. Podrobné studium této otázky dovolilo poukázat na podstatu a rozdíly deseti různých teoretických přístupů, jež jsou charakteristické pro různé pojetí řešení otázky. Zároveň je nutno konstatovat, že přehledné a kritické vyhodnocení uvedených deseti teorií koordinace a diskoordinace umožňuje uplatnit při jejich klasifikaci statický, dynamický a stochastický princip a že jsou uvedené teorie jednostranné a neúplné, i když postihují některé závažné aspekty. Nevystihují však komplexně a uspokojivě podstatu sledované problematiky vcelku. K vytvoření všestranné teorie koordinace a diskoordinace je třeba realizovat další experimentální výzkum jejich jednotlivých mechanismů, jež jistě přispěje k přesnějšímu vystižení podstaty koordinace a diskoordinace. Statickými modely rozumíme takové modely, které nepřihlížejí k vývojové stránce koordinace a vycházejí z výsledků dílčích výzkumů, zabývají se okamžitým stavem, jednou stránkou nebo dílčím jevem. Dynamické modely lze charakterizovat přihlazením k vývoji, změnám za různých podmínek, zkoumáním, posuzováním a vysvětlováním těchto stránek koordinace. Modely stochastické se soustřeďují na určování pravděpodobnostních závislostí a dílčí výzkumy je prokazují nebo vyvracejí. Dynamické a stochastické modely koordinace, jejich zpracování a další rozvíjení znamenají komplexní přístup k dané problematice, obohacení a rozšíření poznatkové základny a precizaci sledovaného tématu.

## 5. VÝZNAM SENZOMOTORICKÉ KOORDINACE V PRACOVNÍM PROCESU

Pokroky automatizace výroby, dálkové ovládání strojů, samoregulační systémy a kybernetické stroje mohou vyvolat zdánlivý dojem, že se zmenšuje podíl člověka nebo některých jeho psychických funkcí na výrobě (276/8.3--6; 4/44 až

45; 153/86; 172/61—71; 102/638; 291/2; 53/44—53; 48). Někteří autoři, např. J. R. Bright, se domnívají, že automatizace nezvyšuje požadavky na pohybové dovednosti pracovníků (39/13—24). Naproti tomu V. D. Nebylizyn, N. G. Levandowski aj. autoři zdůrazňují správně, že se v automatizovaných systémech zvyšují požadavky na intelekt. Zároveň vzrůstají nároky na sensorické a motorické funkce zvláště vzhledem k zřetelnosti a rychlosti vnímání jedince i vzhledem k přesnosti a rychlosti jeho pohybů. B. G. Ananjev vyzvedává skutečnost, že s automatizací výroby začíná mít větší význam senzomotorická reakce, která je prostorově exaktnější a časově přesnější a že je tato reakce uskutečňována technickými poznatky a logickým myšlením. Vzrůstající podíl duševní práce při technizaci výroby a rozvíjení materiální výroby znamená přechod fyzické i psychické práce na nový stupeň, který je charakterizován vysokou úrovní vývoje senzomotorických funkcí člověka. Rozměry strojů se zmenšují, takže i tato okolnost přispívá ke zvýšení nároků na senzomotorickou souhru. Toto přestrukturování lze pozorovat ve všech technicky vyspělých zemích. Souvisí úzce s postupující vědeckotechnickou revolucí. Výzkumy struktury pracovní činnosti a zvláště mechanismů její psychické regulace tvoří centrální teoretický problém mnoha sovětských (154; 256a/14—16; 153/83—96; 155/34—39; 247/27—57) i anglosaských prací (16/203—216) z oblasti inženýrské psychologie. Otázky optimalizace struktury informačního pole, optimálního uspořádání ovládacích prvků a maximálně výhodných vztahů mezi sdělovači a ovladači patří k velmi závažným problémovým okruhům inženýrské psychologie. Proto problematika senzomotorické koordinace nutně musela být řešena také v souvislosti se zaváděním automatizovaných zařízení (124/101). Jde o teoretické problémy moderní psychologie práce a inženýrské psychologie, které se staly velmi důležitými otázkami i obecné psychologie (152/1—20). Intelektualizace mnoha pracovních činností a vzájemné pronikání vnějších praktických a vnitřních duševních činností je stále zřejmější. V jednotě vnějšího a vnitřního, objektivního a subjektivního, je určujícím faktorem objektivní faktor.

Problém smyslově pohybové struktury jednání směřuje k základnímu metodologickému problému vědy, proti introspektivní koncepci vědomí, kterou formuloval Augustin, Descartes a Locke a která v psychologii dlouhou dobu převažovala (193/39). Zkoumání senzomotorické struktury jednání umožňuje přejít k zjišťování vlastností objektivní skutečnosti.

Jednou ze základních profesí moderního průmyslu je povolání operátora. Práce operátorů (196/53—59; 160/5—47) se vyznačují malou zátížeností svalové soustavy a převážným zatížením ústřední nervové soustavy. Sensorické a senzomotorické procesy jsou u nich daleko více zapojeny do činnosti než v dosavadních povoláních. Sledování a kontrola značně zvyšuje nároky na sensorické i motorické procesy a na jejich součinnost. Od dozorčího personálu se požaduje vysoká jistota reakcí a rychlá orientace. Operátoři sledují nepřetržitě výrobní děj. Zpracovávají bezprostřední nebo zprostředkované informace, zvažují jejich význam a po rozhodnutí volí vhodné reakce (J. Růžička, O. Matoušek, M. Stríženec (232/47—70), J. Křivohlavý (141/118—122), B. Chalupa (113/49—55), J. Sedlák (213/47—81), Nebylicin (172/61—71; 40), aj.

Obecný základ tvoří jejich vědomosti o technologii, režimu práce a odpočinku, hygienických a bezpečnostních předpisech, o organizaci práce, plánu výroby atd. Mezi požadavky, které klade práce na operátory se uvádí přesnost, zvýšená zodpovědnost, svědomitost, výborná odborná připravenost, speciální schopnosti, pohybové i rozumové dovednosti, soustředěná pozornost, schopnost rychle přesouvat pozornost, schopnost udržet pozornost, schopnost rychle a přesně usuzovat, vytrvalost, odolnost vůči únavě a monotonii, ukázněnost, rychlá orientace v havarijních situacích, odolnost vůči rušivým vlivům, vysoká úroveň bdělosti při sledování řídkých a prahu. blízkých signálů. Kromě vyjmenovaných a ještě dalších kvalit někteří autoři žádají určitou úroveň sensorických, motorických a senzomotorických procesů. V sensorické oblasti se především zdůrazňuje velký rozsah a přesnost vnímání, jemná diferenciací složitých činností. V motorické a senzomotorické oblasti se vyzvedává rychlost, přesnost a správnost provádění pohybů v různých typech úkolů, rychlá koordinace činností, nepřetržitá připravenost k rychlému, pohotovému a správnému zásahu do výrobních operací, precizní umišťovací pohyby a cílení, dostatečně přesné statické reakce ruky. Od dozorčího personálu, který kontroluje automatická zařízení se požaduje vysoká přesnost reakcí. Senzomotorické reakce musí být konány rychle a s jistotou, dobře vypracované senzomotorické složité návyky jsou jedním ze základních předpokladů správných reakcí. Také zručnost operátorů je nezbytná a značně ovlivňuje produktivitu automatické linky, neboť stroje na těchto linkách jsou často velmi komplikované a předpokládají technické znalosti a schopnosti. Seřizování těchto strojů vyžaduje zručnost a přesnost.

Senzomotorická struktura pracovní činnosti patří k základním teoretickým problémům, které je nutno řešit z vědeckého hlediska při zkoumání požadavků, jež po pracujícím požaduje částečně automatizovaná výroba. Základním úkolem našeho zkoumání je přispět k objasnění psychologické struktury pohybů paží člověka při pracovní činnosti.