

Chmelař, Vilém

Vnímání a odhad velikosti předmětů v indirektním vidění

Sborník prací Filozofické fakulty brněnské univerzity. B, Řada filozofická.
1959, vol. 8, iss. B6, pp. [5]-38

Stable URL (handle): <https://hdl.handle.net/11222.digilib/107317>

Access Date: 30. 11. 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.

VILÉM CHMELAR

VNÍMÁNÍ A ODHAD VELIKOSTI PŘEDMĚTU V INDIRECTNÍM VIDĚNÍ

I

Pojem

indirektního vidění a naznačení problému

V odborné literatuře psychologické, fyziologické a biologické vyskytuje se pro přímé a nepřímé vidění několik synonymních termínů.¹ Mluví se tu o vidění přímém, direktním, centrálním nebo foveálním, vidíme-li nějaký objekt, jehož obraz dopadá podle fyzikálních zákonů o lomu paprsků v očních médiích na foveu centralis, která podle *Fritsche* má rozlohu asi 1—1,5 mm. Dopadá-li obraz objektu na jinou část sítnice, je označováno takové vidění jako nepřímé, indirektní, paracentrální, extrafoveální, excentrické, periferní nebo paraxiální.²

Názvy jsou vytvořeny většinou podle prostorové polohy obrázku na sítnici, ale o kvalitativním rozdílu obojího druhu vidění nevypovídá se přímo jimi ničeho.

Ačkoliv kvalitativní rozdíl je značný, je znám hlavně jen odborníkům a zkoušencům, zúčastněným při pokusech, podniknutých za účelem stanovení onoho rozdílu. Příčina malé znalosti fenoménu indirektního vidění spočívá v tom, že za normálních okolností, přes to, že při každém pohledu zobrazuje se jen část obrazů objektů na foveji centralis, kdežto ostatní obrazy kupí se na obvodových okrcích retiny, neuvědomujeme si ve složitém vjemu zvláště složek, které byly vyvolány podrážděním fovey centralis, jako kvalitativně různých, nýbrž výsledný stav vědomí je komplexní celost všech spolupůsobících faktorů. Oko se sice stále pohybuje, čímž mění se i konstelace obrázků na sítnici, ale z toho, co se děje na sítnici, neuvědomujeme si přímo ničeho a nabýváme o tom vědomosti teprve složitou zkušeností.

Naše pozornost pravidelně se upíná k objektům direktně viděným. Avšak koncentrace pozornosti na periferní části zorného pole není vyloučena a tím je umožněno, že při úmyslném obrácení pozornosti můžeme si uvědomit srovnáním kvalitativní různost mezi počítky a vjemu direktního a indirektního vidění a učinit tuto kvalitativní různost také předmětem psychologického výzkumu.

Zjišťovat přesněji, kterak se obsah uvědoměného mění, jestliže týž podnět uvádí do vzruchu různou část retiny, umožňuje u zraku zvláštní úprava čidla

zrakového, která dovoluje oddělené dráždění jednotlivých světločivých receptorů — čípků a tyčinek — v sítnici vnějším podnětem.

V této možnosti měnění topického podráždění retiny — experimentu přístupné — týměž podnětem, máme pro zkoumání cennou variační složku.

Je-li přiřazování různých psychických dojmů k různým topickým podrážděním retinálním teprve výsledkem badání nové doby, je poznání psychického faktu, že obsahy uvědoměného, pocházející ze smyslových dojmů direktního a indirektního vidění nejsou identické, nýbrž disparátní (jinak řečeno, že obsahy vědomí vznikající vnímáním předmětů nalézajících se v centru zorného pole, neshodují se ve všem s obsahy vědomí vzniklými vnímáním předmětů položených na periferii zorného pole), data mnohem staršího.

Stupeň a kvalita této disparace uvědoměných obsahů nebyla poznána ihned v celém rozsahu. Nejprve zdá se, že bylo známo, že nevidíme v indirektním vidění předmětů s touž zřetelností jako ve vidění direktním. Tato pro indirektní vidění tak charakteristická vlastnost je i při povrchnějším sebezpozorování snadno zjištění přístupna a upoutala již pozornost některých řeckých myslitelů.

Z pramenů lze doložit, že jmenovaný fakt byl znám geometrům.³ Čelným reprezentantem uvedené teorie byl také *Euklides*,⁴ který prý periferní vidění považoval za slabší. V čem máme hledat příčiny tohoto fenoménu, jaká je souvislost mezi podnětem a různým topickým podrážděním čidla a rozmanitostí uvědoměných obsahů, na to nám ani Euklides ani ostatní stoupenci naznačené teorie žádné odpovědi nepodávají.

Teprve ve středověku arabský badatel *Alhazen*⁵ jasně mluví o tom, že indirektně viděné objekty 1. mění barevnou kvalitu, 2. a že forma jejich je alterována.

Názory Alhazenovy pronikly prostřednictvím *Perspektivy Witelovy*,⁶ který v podstatě reprodukuje sice jen názory Alhazenovy, mezi scholastiky; oproti Alhazenovi však Witelo zdůrazňuje při vysvětlování rozdílu direktního a indirektního vidění ještě jeden moment, který bychom v dnešní psychologii označili jako pozornost, ačkoliv její účín, jak Baeumker poznamenává, dále nesleduje.

Převedeme-li si jádro *Alhazenovy* a *Witelovy* teorie do moderních pojmů psychologických, musíme říci, že uspokojivé vysvětlení se ani *Alhazenovi* ani *Witelovi* nezdařilo. Možnost správné explikace nebyla v té době ani dána, neboť kromě znalosti správných dioptrických poměrů lomivých médií v oku chyběla tehdy hlavně znalost úpravy nervu zrakového v sítnici.

Existence sítnice je sice již určitě známa od dob *Herophilových*,⁷ ale pro teorie vidění zůstává po celý starověk nevyužita jednak proto, že není vůbec známa její funkce a její rozdílná struktura, ale také proto, že sítnice ve starověkých a středověkých teoriích vidění není ani pokládána za hlavní část čidla.

Také úprava podnětu světelného světlolomnými médii a účín podnětu na světločivé sítnicové receptory byly v podstatě ve středověku ještě neznámy nebo alespoň na klamných neempirických předpokladech založeny.

Teprve *Kepler*⁸ poznal v základních rysech správnou cestu při průchodu světelných paprsků světlolomnými médii a vyslovil domněnku, že vlastním orgánem vidění je sítnice a nikoliv čočka, jak se ještě *Alhazen* a v nové době ještě *J. B. Porta*⁹ domnívali, a v oposici k dosavadním neudržitelným hypotézám správně dovozuje, že obrácený obraz předmětů padá na sítnici, což experimentálně potvrzují *Descartes*¹⁰ a *Scheiner*,¹¹ kteří v temné komoře v oku zvířecím a pak i v lidském po odstranění blan vzadu oka až na sítnici spatřili na jemném bílém papíru skutečně obrácený optický obraz předmětu.

Ani objevy *Keplerovy*, *Descartovy* a *Scheinerovy* nevedly ihned k všeobecnému uznání, že sítnice je vlastním světločivým orgánem. Když *Mariotte*¹² zkoumal pomocí bílých tělísek na temné stěně, zdali je sítnice pro světlo všude stejně čivá a objevil slepou skvrnu na sítnici, nepřijal sítnici za světločivý orgán (nýbrž cévnatku) a vyvolal tím stoletý vědecký spor, který byl ukončen, když *Haller*¹³ dokázal odlišnou strukturu slepé skvrny. Odtud již názor, že sítnice je vlastním světločivým receptorem, nabývá v 19. století poznamenáhu uznání a sítnice stává se v teoriích vidění podstatnou složkou.

Proti vzniklé domněnce v době objevení slepé skvrny, že periferní sítnici nevidíme, obrací se správně již *Troxler*¹⁴ přesnějším vymezením pojmu vidět. *Troxler* praví, že nevidíme periferní sítnici, rozumíme-li viděním jen určité poznání viditelného a nezahrnujeme-li do pojmu vidění „unbestimmtes Erscheinen“. Objekt však, pokud se týče obrysu jeho a obsahu, na periférii nezřetelně přece vidíme.

Teprve v 19. století nastává soustavnější výzkum indirektního vidění a vznikají hypotézy, které pro rozdíl indirektního a direktního vidění hledají správně již podklad jednak v různé struktuře sítnice a jednak v různé modifikaci podnětů při průchodu lomivými médii.

*Purkyně*¹⁵ konstatuje na základě četných pozorování, že zorné pole má jen jedno místo nejzřetelnějšího vidění a že „jen v tomto jsou světlo, barva podle svých nejspeciálnějších kvalit a obrysy jednotlivých obrazů nejpřesnější. Jen toto místo je spojeno pro individuuum s co možná největším stupněm vědomí. Od tohoto místa směrem k periférii zorného pole ubývá určitosti všech těchto momentů vidění stupňovitě tak, že nedají se více pro nejzazší periférii zorného pole udat zcela určité hranice, které nepřecházejí v objektivní temnotu, nýbrž jen v neviditelnost a bezvědomost.“

Dalším bádáním bylo potvrzeno, že čivost periferní sítnice pro barvy je skutečně pozmeněna, a zjištěno, že hranice, kde se mění v nepřímém vidění kvalita jednotlivých spektrálních barev, netvoří koncentrických kruhů, jak například vidíme na isochromách v pracích *Kirschmannové*¹⁶ a *Hellpachové*,¹⁷ a že nejzazším pásmem periferní retiny čijeme jen neutrální barvy, což je důkazem, že činnost sítnice pro barvy není na všech místech stejná a že indirektní vidění je proti direktnímu vidění pro čítí barev méně dokonalé, ale pro vnímání rozdílu achromatických intenzit světelných je citlivější, dokonalejší.

*Erner*¹⁸ poprvé ukázal, že citlivost pro vnímání pohybu je v periferních oblastech větší.

Má tedy ve vnímání barev, tvarů a velikosti a distinktních bodů direktní vidění (centrální sítnice) přednost před indirektním viděním; indirektní vidění předčí zase direktní vidění při vnímání intenzit světelných (achromatického světla) a pohybu. Vysvětlit uspokojivě všechna tato fakta se posud nepodařilo. K prvním podmínkám jejich správného vysvětlení patří také dostatečný počet vědecky zjištěných faktů. Jejich počet není dnes u všech jmenovaných fenoménů stejný. Nejpřesnější poznatky dosud máme o vnímání barev a distinktních bodů v indirektním vidění. Méně poznatků máme již o vnímání achromatického světla a pohybů a nejméně o vnímání tvarů a velikosti prostorových tvarů v jednotlivých oblastech periferního zorného pole.

Potřeba znalostí zákonitostí indirektního vnímání předmětů, jejich velikosti a tvarů, vyplývá z faktu, že bez indirektního vnímání tvarů a jejich velikosti nemůžeme se rychle a správně orientovat v prostoru, rychle číst, provádět

přesně pracovní úkony, které vyžadují zrakové složky aj. Tak je tomu např. u řidičů motorových vozidel, jeřábníků, dělníků u strojů, letců aj. Přistání letadla vyžaduje nejpřesnější pilotovu zrakovou kontrolu zorného pole.¹⁹ rychlé mentální zpracování zrakových vjemů nepřímého i přímého vidění. Při nočním letu; kdy adaptované oko trpí centrálním skotomem, rozeznává letec v temnu předmět nepřímým pohledem, nejlépe padá-li jeho obraz 1° — 3° od fovey centralis.²⁰ V noci usnadňuje letci orientaci v prostoru i ta skutečnost, že předměty v zorném poli vnímá lépe periferními částmi sítnice než centrální sítnicí.

Na správné funkci indirektního vnímání předmětů a jejich velikosti je tedy velmi závislá nejrůznější pracovní a jiná činnost, vyžadující zrakové kontroly. Neznáme však dosud přesně, jak optimálně upravit pracovní prostředí, aby pracující mohl zvládnout i optickou složku v zorném poli, nekonal chybné výkony, zejména takové, které vedou k úrazu.

Proto zkoumání, jak se mění velikost předmětů a jejich odhad s různým topickým retinálním podrážděním, má nejen význam teoretický, umožňující hlouběji proniknout do optické vjemové struktury zorného pole a její zákonitosti, ale i praktický. Je to složitý problém, neboť při optickém vnímání velikosti předmětů se uplatňují vedle počitků a vjemů barev chromatických a achromatických i počitky svalové. Proto jsme se rozhodli experimentálně zkoumat vnímání a odhad velikosti předmětů v indirektním vidění.

Ke zkoumání vnímání a odhadu velikosti předmětů v indirektním vidění jsme zvolili za pozorované předměty úhlové sektory a úhly s rameny různé velikosti. Úhlové sektory jsou tvary, jejichž hranici tvoří přímky a křivky, z nichž lze vytvořit různé tvary plošné změnou úhlu a získat tak značný počet tvarů různých velikostí, které si nejsou podobny a současně nejsou pro pozorovatele tvarem tak známým, jako je např. čtverec nebo písmena, aby se forma jejich lehce nekontrolovatelně vyhavovala na základě zákonů asociačních, čímž, by se značně znesnadňovalo rozlišování vnímaného tvaru od představovaného tvaru.

K volbě úhlů přiměla nás ještě jedna okolnost, totiž možnost odhadovat, srovnávat jejich velikost.

Psychologická otázka je, zdali tyto vztahy velikosti zůstávají pro vnímající subjekt konstantními nebo se mění s různou konstelací. Zkušenost nás poučuje, že objektivně např. tatáž přímka, tentýž kruh může se nám jevit jednou větší, jindy menší, jestliže je pozorujeme v jiném okolí nebo v jiné poloze. Měníme-li např. ramena úhlů od 0° do 180° , jeví se nám ramena úhlů tím větší, čím větší se stává úhel.²¹ Výsledek subjektivního srovnávání velikosti se tedy mění. Viděná velikost předmětů není tedy absolutní vlastností, nýbrž jen relativní.²²

Na pozoruhodný fakt, pokud se týče chybových odchylek při srovnávání dvou velikostí, upozornil již *Weber*.²³ Srovnával velikost dvou přímek odhadováním od oka a dospěl k výsledku, že rozdílový prah podnětový zůstává konstantní. Tento zjev prohlásil za nanejvýš interesantní psychologický zjev.²⁴

Pokusy *Weberovy* byly opakovány²⁵ a bylo zjištěno, že pro střední velikosti uplatňuje se při odhadu velikosti linií (*leerer Strecken*) okem *Weberův* zákon.

Jestliže ještě *Voikmann* a *Fechner*²⁶ se domnívali, že *Weberův* zákon plně platí pro odhad velikostí okem, domníváme se naopak, že platnost *Weberova* zákona je značně omezena při odhadu prostorové velikosti (vzdálenosti) okem a že neplatí již ani při odhadování velikostí úhlů ani při srovnávání jejich velikostí.

Podat příspěvek k řešení této domněnky, na experimentální basi založený, je úkolem této práce.

K řešení otázky o platnosti Weberova zákona užili jsme jednak metody středních chyb³⁰ a jednak metody úplných řad (Vollreihenmethode) s ekvidistantním intervalem a rozšířili odhadování velikosti úhlů na periferní zrakové pole, k čemuž hlavním motivem nám byla okolnost, že pokud je nám známo, nebyly dosud speciální plánovité pokusy o odhadu velikosti úhlů v indirektním vidění konány a že jsou pozorování toho druhu do jisté míry novum, takže můžeme na základě výsledků vlastních pokusů přinést malý příspěvek k poznání tohoto dosud málo prozkoumaného problému. Proto byla věnována zvýšená pozornost systematickému sebezpozorování a zjišťování faktorů, na nichž je soud o velikosti závislý a jak k němu pozorovatel dospívá.

Pokud je nám známo, začal srovnávat velikost úhlů metodou středního odstupňování A. Keiter a C. Franz,²⁷ ale pokusy, které nevyhovovaly podle Witsaska²⁸ požadavkům exaktní metody, nebyly dokončeny. Odhadování velikosti úhlů v přímém vidění u švédských dětí různého věku prováděl Barden, člen lipského psychologického institutu. Výsledky jeho práce nejsou mi známy. Výsledky určování velikosti úhlů a oblouků zrakem srovnával Bonaventura Enza.²⁹ Jeho problém však nesouvisí přímo s úkoly naší práce.

Současně jsme zjišťovali, jak se odhad o velikosti úhlů mění,

1. jsou-li exponovány v různých prostorových polohách buď v centru nebo na periférii zorného pole,³¹

2. a v různých tvarových velikostech, tj. s různou délkou ramen při objektivně témtže počtu stupňů.

Poněvadž soud o velikosti předmětu (úhlů) je závislý na možnosti vnímání tvaru předmětu v indirektním vidění, zjišťovali jsme také rozsah zorného pole pro odhad velikosti předmětu (úhlů) v indirektním vidění, poněvadž nebyl, pokud je mi známo, zjišťován v takovém rozsahu.

II

Zařízení pokusů a pracovní technika

K pozorování objektů v indirektním vidění zvolili jsme zařízení kampilmetrické.

Pole, na němž byly na různých místech exponovány úhlově výšece (sektory) nebo úhly „s rameny“, mělo podobu čtverce o straně 240 cm, aby se zaměřilo vnímání okolních předmětů. Zhotoveno bylo z tuhého bílého papíru a napnuto na lehký dřevěný stojan a postaveno proti dvěma velkým oknům tak, aby bylo rovnoměrně osvětleno a nebylo na něm vržených stínů, poněvadž pokusy byly prováděny jen za denního světla. Uprostřed pole byl zakreslen čtverec na roh postavený o straně půl cm s fixačním bodem. Tuto formu doporučuje Kirschmann³² i přes kritické námitky Hellpachovy,³³ který požaduje, aby zkoušenec koncentroval se za fixace pouze na jediný bod. Kirschmann oproti tomu dovoluje fixaci uvnitř čtverečku, poněvadž nepatrné pohyby oka jsou i při fixaci neúmyslně prováděny. Vliv jejich vyloučí se pak při zakreslování rozsahu zorného pole do diagramu.

Poněvadž pozorování provedená jen na jednom polomeridiánu neposkytují pravého obrazu o ostatních meridiánech zorného pole, bylo pracováno nejvíce na 16 stejně od sebe vzdálených polomeridiánech, které byly ostrou jehlou vyrýsovány do papírového pole; pro rychlou orientaci experimentátora byly označeny řím. číslicemi od I. do XVI., při čemž horizontální polomeridián vnější byl zvolen za východisko a označen I.; jednotlivé další polomeridiány jsou od sebe vzdáleny $22\frac{1}{2}^\circ$ (srov. obr. 1). Polomeridiánu I. odpovídá na sítnici pravého oka nasátní část horizontálního meridiánu.

Objekty lze indirektně pozorovat buď v pohybu anebo bez pohybu na určitém místě zorného pole. Prováděli jsme obojí za různým účelem. Místa, na kterých se měly objekty exponovat, byla již předem stanovena. Poněvadž však při indirektním pozorování je velmi důležité znát podrážděné místo sítnice přesně, vrýsovali jsme jehlou, aby nebyla porušena kontinuita pole, na meridiány kružnice (polohy) o stejných poloměrech 9 cm tak, že vždy středem kružnice jedné procházela kružnice následující (srov. obr. č. 1). Velikost těchto kružnic byla shodná s velikostí aparátů a kotoučů, na nichž byly exponovány jednotlivé úhly k pozorování. Takových poloh bylo 12. Jejich vzdálenost od fixačního bodu v cm a ve stupních je uvedena v tabulce č. 1.

Tabulka 1

Přeměna délkové míry ve stupně

Poloha předmětu na meridiánu	Vzdálenost předmětu od oka pozorovatele v cm	Vzdálenost předmětu na meridiánu od fixačního bodu	
		v cm	ve stupních
Centrum	100,41	9	5°8'34"
1. poloha od centra	101,61	18	10°12'14"
2. poloha od centra	103,58	27	15°6'34"
3. poloha od centra	105,07	36	19°47'56"
4. poloha od centra	109,66	45	24°13'39"
5. poloha od centra	113,65	54	28°22'8"
6. poloha od centra	118,17	63	32°12'39"
7. poloha od centra	123,21	72	35°45'13"
8. poloha od centra	128,69	81	39°0'28"
9. poloha od centra	134,64	90	41°59'14"
10. poloha od centra	140,72	99	44°42'46"
11. poloha od centra	147,19	108	47°12'9"
12. poloha od centra	153,91	117	49°28'46"

Na obrázku č. 1 je znázorněno schematicky zařízení kampilmetrické. Zkoušenec seděl na židli na nízkém pódium, takže oko bylo ve stejné výši s fixačním bodem, a pozoroval monokulárně (pravým okem) otvorem v kartónu exponované objekty na různých místech pole za fixace téhož bodu uprostřed zorného pole. Aby vzdálenost oka od fixačního bodu, která činila 100 cm, zůstala stejná, upevněn byl otvor pro pozorování okem na těžkém železném stojanu. Aby zkoušenec, když byl s úkolem hotov, nemohl ani bezděčně direktně spatřit chystaný nový objekt k expozici, byl otvor uzavřen po dobu přípravy nového úhlu klápkou a kromě toho větší tuhý papír bránil jakémukoliv pohledu na papírové pole.

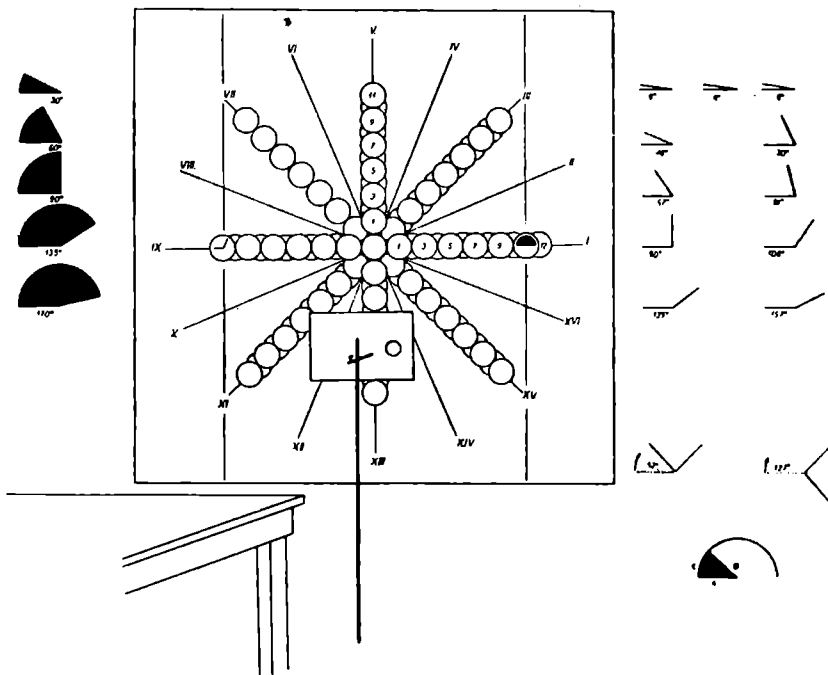
Za objekty k lokálnímu dráždění určitých míst sítnice volili jsme jednak černé plošné úhly (sektory) na bílém podkladě, poněvadž achromatická barva je vnímatelná všemi částmi sítnice, a úhly s rameny 2 mm širokými rovněž z černého kartónu. Světlost černého a bílého kartónu byla asi v poměru 1 : 30.

Poněvadž bylo nutno velikost plošných úhlů různě měnit, konstruovali jsme k tomu účelu malé úhlové aparátke kruhového tvaru. Jeho základní myšlenkou je, aby velikost úhlu (kruhové výseče) mohla se libovolně a snadně měnit od 0°—180° po 1° a aby černá plocha úhlová nebyla nikde přerušena, zvláště pak ne u vrcholu, který tvořil žádaný úhel. Poloměry výseče, které tvoří současně ramena úhlu, byly 6 cm dlouhé a stejné u všech plošných úhlů.

Aparátke visel na bílém poli na bílých vláknecích, která byla napínána gumovou elasticou vložkou.

Při srovnávání velikosti dvou úhlů, jak sukcesívním, tak simultánním, bylo použito dvou přesně stejných aparátků. Kruhovitá forma aparátku byla volena proto, že tu není možno při pozorování a posuzování velikosti srovnávat např. s hranou, jak by to bylo možno při tvaru hranatém. Průměr aparátku byl 18 cm a odpovídal velikosti vrýsovaných kružnic v poli.

Úhly s rameny byly nalepeny na bílý kotouč s průměrem rovněž 18 cm tak, že vrchol úhlu ležel právě v jeho středu. Bylo užito tří různých délek ramen. Každý úhel o téměř počtu stupňů byl zhotoven s rameny 3 cm dlouhými, pak s rameny 6 cm dlouhými, jak tomu bylo



OBR 1

u plošných úhlů, a konečně s nestejně dlouhými rameny (rameno horizontální bylo 6 cm a druhé 8,4 cm dlouhé). Pro stručnost označujeme v dalším textu první délku ramen písmenem a, druhou b, třetí c. Tím bylo docíleno stejných úhlů co do počtu stupňů, ale tvarově různých velkých.

Tyto různé tvarově velké úhly byly exponovány ve třech různých polohách prostorových, tj. tytéž úhly byly na poli položeny tak, že ramena jejich probíhala vždy jiným směrem.

Každý úhel byl nalepen na zvláštním kotouči, na jehož zadní straně byly přilepeny tři kroužky. Byl-li úhel zavěšen do prvního kroužku, probíhalo jedno rameno horizontálně a tuto polohu označujeme stručně vždy jako α . Byl-li zavěšen na druhý kroužek, bylo tím původní horizontální rameno otočeno o 52° ve směru hod. ručiček a úhel byl v poloze β , konečně třetí kroužek umožnil otočení o 127° od původní polohy, čímž byl úhel v poloze γ (srov. obr. 1). Kombinujeme-li nyní délky ramen a polohy, byl každý úhel o téměř počtu stupňů exponován 9krát: 1. $a\alpha$, 2. $a\beta$, 3. $a\gamma$, 4. $b\alpha$, 5. $b\beta$, 6. $b\gamma$, 7. $c\alpha$, 8. $c\beta$, 9. $c\gamma$. Tím bylo umožněno sledování vlivu tvarové velikosti a prostorové polohy při určování velikosti úhlu v indirektním a direktním vidění.

Kotouč s příslušným úhlem mohl být zavěšen na libovolném místě zorného pole pomocí papírové plotýnky, která byla podobně jako aparát zavěšena na bílých vláknech.

Pracovní technika

Veškerá pozorování v periferní oblasti zorného pole byla provedena monokulárně jen pravým okem, a to nehybným v primárním postavení, aby se komplikovaný proces aspoň částečně zjednodušil. Bez fixace byly konány odhady a srovnávání úhlů pouze v centru zorného pole.

Celkem bylo s 9 zkoušenci provedeno asi třicet tisíc jednotlivých pozorování, jejichž výsledky jsou v práci zpracovány.

Zkoušenci měli přesně instrukce pro každý druh pozorování. Kdežto při odhadování velikosti úhlů měli udat ve stupních jejich velikost a popsat, kterak dospívají k závěru o velikosti

jednotlivých úhlů, měli při srovnání velikosti dvou úhlů podle metody úplné řady pouze rozhodnout, zda-li srovnávaný úhel je větší, stejný či menší než normální a vylíčit, podle jakých kritérií se děje souzení o velikosti.

Viděný tvar spolupůsobí vedle jiných složek na tvoření soudu o jeho velikosti jako modifikující faktor. Často by nám zůstal soud zkoušenčův o velikosti úhlu indirektně viděného bez kresby a vysvětlení nesrozumitelný. Proto zkoušenci viděné tvary kreslili.

Bylo již řečeno, že můžeme pozorovat indirektně objekt, který se pohybuje od periferie k centru. Těto metody užili jsme k vyšetření individuálního rozsahu zorného pole jen pro vnímání tvarů úhlů s rameny. Úkol zkoušenčův spočíval v tom, že měl jednak v okamžiku, kdy se mu objevil úhel jako takový, dát znamení a jednak pozorovat, které změny forma úhlu prodělává. Proti tomu indirektní pozorování objektu nehybného má podle našeho mínění pro naše účely některé výhody, a proto jsme ostatní pokusy prováděli s nehybnými úhlovými sektory. Zkoušenec může pozorovat tentýž objekt několikrát, což při nezřetelnosti indirektního vidění je častěji nutno.

Všechny hlavní pokusy prodělali (uvádíme zkratky jmen zkoušenčů) tito posluchači filosofické fakulty v Lipsku: Slováci Če, De (theolog protestantský), Čech Do, Bulhar Ga, Srb Sa, a Němci Bu, Ha, Schu, We, vesměs členové psych. institutu lipské university. Bu, We, Schu měli slabou myopii, korigovanou brýlemi. Bu byl kromě toho barvoslepý pro červecí a zeleň. Myopii 0,2 dioptrie a slabý astigmatismus měl korigován 0,5 cylindrickým sklem.

Při pokusech v Praze účastníci se jako zkoušenci: Ra, Bra, He, Ši, Hlo, vesměs studující filosofie.

První pokusy byly počaty v letním semestru 1922, hlavní pak provedeny v zimním semestru 1922—1923 v psychologickém ústavu lipské university u prof. A. Kirschmanna a ředitele ústavu prof. F. Kruegra a zbývající v psych. ústavu Karlovy university v Praze u ředitele ústavu prof. Krejčího v r. 1924.

Další pozorování, týkající se vlivu členitosti tvarů, barev a třetí dimense na vnímání tvarů v indirektním vidění, byla provedena v r. 1937³⁴ s 10 pokusnými osobami a pozorování, týkající se rozsahu zřetelného zorného pole³⁵ pro vnímání tvarů (číslík), s 20 dospělými osobami a 40 dětmi v r. 1949 v psychologickém ústavu filosofické fakulty v Brně.

Komplexnost výsledků souzení o velikosti úhlů, kterou jsme zjistili systematickým sledováním genese soudů o velikosti jednotlivých úkolů v I., II., III., IV. a VI. řadě pokusů, vedla nás při zkoumání platnosti Weberova zákona pro odhad velikosti úhlů k sukcesivní eliminaci zjištěných faktorů uplatňujících se při posuzování velikosti úhlů, až se toto posuzování zjednodušilo v proces, který měl zhruba přibližný průběh s posuzováním velikostí přímých linií, pro které byla platnost Weberova zákona prokázána. Tak vzniklo 6 pokusných řad (V., VII., VIII., IX., XI., XII.), jejichž výsledky jsou uvedeny v příslušných tabulkách čís. 10, 11, 12, 13. V V. řadě byly exponovány na polomeridiánu XV. na poloze 5., 4., 3., 2., 1. plošné úhly 20°, 30°, 60°, 67°, 90°, 110°, 120°, 157° a tytéž úhly na polomeridiánu V. na poloze 4., 3., 2. metodou úplných řad s ekvidistantním intervalem 1°. Normální podnět (Ú) byl v centru a druhý srovnávací podnět (úhel) byl na periférii zorného pole. Exponice obou podnětů byla simultánní. V řadě VII. (metodou úplných řad) byly plošné úhly 30°, 90°, 157°, 60°, 20°, 120°, 67°, 110° exponovány v poloze γ na polomeridiánu XV. na poloze 4., 2., 3., 1. Normální podnět (R) byl v centru, srovnávací (SR) na periférii. Exponice obou podnětů byla simultánní. V řadě VIII. byly exponovány normální i srovnávací podněty (plošné úhly) v indirektním vidění sukcesivně na polomeridiánu XV. na poloze 2. a 3. V řadě IX. byly exponovány tytéž úhly plošné v poloze γ v centru. Normální úhel a úhel srovnávací byly vedle sebe, mezi nimi ležel fixační bod. Pokusná osoba pohyblivým okem srovnávala jejich velikost. Levý úhel sloužil za normální podnět, vpravo položený úhel za srovnávací. Exponice obou předmětů byla simultánní.

Při těchto srovnávaních měly pokusné osoby posoudit, zda je srovnávací úhel (podnět) stejný, větší nebo menší než normální podnět (úhel).

V I. řadě pokusů provedlo pravým okem 9 zkoušenčů odhad úhlů plošných (úhlových ploch) v indirektním vidění na osmi polomeridiánech (I., III., V., VII., IX., XI., XIII., XV.) s úhly 16°, 30°, 45°, 60°, 81°, 90°, 120°, 135°, 157°, 170°. Výsledky odhadu jsou pro nedostatek místa uvedeny v tabulkách č. 4, 5, 6 jen pro odhad úhlů 16°, 90°, 157°. Ve IV. řadě pokusů provedli tiž zkoušenci odhad tyčích úhlů jako v řadě I., ale zvrátný o 11 úhlů v přímém vidění pohyblivým pravým okem bez fixace, aby bylo možno srovnat výsledky odhadu úhlů v indirektním a direktním vidění. Výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 7.

V VI. řadě pokusů byl odhad plošných úhlů prováděn v direktním vidění jako v řadě IV., ale exponované úhly byly v poloze γ , tj. původní horizontální rameno úhlu bylo otočeno o 127° ve směru hodinových ručiček. Úkolem této řady bylo zjistit vliv polohy ramen úhlů na odhad jejich velikosti. Výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 7.

Tabulka 2

Rozsah zrakového pole pravého oka pro odhad úhlů plošných

Meridián	Poloha		Poloha		Poloha		Poloha		Poloha		Poloha		Poloha		Poloha		Poloha		Průměr
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm		
I.	11	108	11	108	11	108	11	108	11	108	11	108	11	108	10	99	11	108	107
III.	10	99	8	81	8	81	5	54	7	72	8	81	6	63	6	63	6	63	73
V.	9	90	8	81	7	72	5	54	6	63	8	81	6	63	6	63	5	54	69
VII.	8	81	8	81	5,5	59	4	45	6	63	8	81	4	45	3	36	6	63	61,55
IX.	12	117	8	81	7	72	6	63	6	63	4	45	6	63	4	45	6	63	68
XI.	11	108	8	81	7	72	6	63	7	72	7	72	5	54	5	54	6	63	71
XIII.	9	90	7	72	7	72	6	63	8	81	7	72	9	90	5	54	6	63	73
XV.	10	99	9	90	7	72	6	63	7	72	9	81	6	63	5	54	8	81	76
Zkou- šenec:	Bu		Če		De		Do		Ga		Ha		Sa		Sch		We		

Čísla poloh udávají, na které poloze zkoušenec viděl již tak, že mohl odhadnout velikost úhlů ve stupních.

Počet — cm — udává vzdálenost příslušné polohy od fixačního bodu.

V posledním sloupci je uveden aritmetický průměr ze všech vzdáleností pokusných osob na jednotlivých meridiánech.

Tabulka 3

Rozsah zrakového pole pravého oka pro vnímání pohybujícího se úhlu s rameny (53°) a úhlů plošných (u osob Do, De, Bu)

Meridián	Do	Do	De	De	Bu	Bu
	úhel s ram.	úhel plošný	úhel s ram.	úhel plošný	úhel s ram.	úhel plošný
Centimetrů od fix. bodu						
I.	44,52	108	77,1	108	93,5	108
II.	35,56	—	74,44	—	88,18	—
III.	32,25	54	59,48	81	98,24	99
IV.	33,85	—	56,5	—	86,38	—
V.	28,56	54	56,88	72	79,40	90
VI.	31,3	—	49,08	—	87,86	—
VII.	28,2	45	48,52	59	92,80	81
VIII.	34,14	—	47,18	—	93,34	—
IX.	33,5	63	49,92	72	84,04	118
X.	31,46	—	44,6	—	74,58	—
XI.	29,26	63	43,02	72	83,98	108
XII.	28,72	—	44,58	—	78,08	—
XIII.	28,38	63	53,28	72	80,18	90
XIV.	29,6	—	52,36	—	76,83	—
XV.	32,78	63	59,44	72	89,80	99
XVI.	34,96	—	56,72	—	81,68	—

Tabulka 4

Odhad úhlů plošných (I. řada pokusů) v indirektním vidění Úhel 16°

Meridián	Poloha	M	$\frac{F_m}{M}$
I.	1	13,67	1/3,86
I.	2	16,38	1/3,01
I.	4	12,38	1/3,34
I.	5	14,00	1/2,51
I.	6	11,33	1/2,08
I.	7	11,56	1/3,4
I.	8	11,44	1/2,14
I.	9	10,00	1/1,91
III.	1	15,78	1/3,95
III.	2	11,56	1/2,48
III.	3	12,67	1/2,48
III.	4	12,0	1/2,17
V.	1	13,55	1/3,04
V.	2	15,22	1/3,52
V.	3	12,44	1/2,17
V.	4	10,00	1/2,84
V.	5	10,87	1/1,87
VII.	1	16,33	1/4,72
VII.	2	15,55	1/3,119
VII.	3	15,22	1/2,02
VII.	4	13,145	1/2,98
IX.	1	17,66	1/2,28
IX.	2	15,77	1/1,63
IX.	3	14,00	1/2,57
IX.	4	14,00	1/2,44
XI.	1	14,66	1/3,36
XI.	2	14,66	1/3,14
XI.	3	12,77	1/3,74
XI.	4	14,44	1/1,74
XIII.	1	14,11	1/3,75
XIII.	2	10,22	1/3,62
XIII.	3	14,00	1/1,9
XIII.	4	11,67	1/2,48
XIII.	5	11,63	1/2,05
XV.	1	16,89	1/3,81
XV.	2	17,00	1/3,72
XV.	3	13,44	1/2,89
XV.	4	14,56	1/3,01
XV.	5	12,89	1/2,75

Tabulka 5

Odhad úhlů plošných (I. řada pokusů) v indirektním vidění Úhel 90°

Meridián	Poloha	M	$\frac{F_m}{M}$
I.	1	90,00	1/38,29
I.	2	91,25	1/51,2
I.	4	90,62	1/25,89
I.	5	90,44	1/51,39
I.	6	91,11	1/43,80
I.	7	92,00	1/39,82
I.	8	90,00	1/11,51
I.	9	90,00	1/22,06
I.	10	93,33	1/11,45
III.	1	90,00	1/∞
III.	2	90,56	1/57,68
III.	3	89,44	1/57,10
III.	4	90,56	1/57,68
III.	5	90,00	1/∞
III.	6	90,00	1/∞
V.	1	90,00	1/∞
V.	2	90,55	1/57,37
V.	3	90,33	1/51,3
V.	4	91,44	1/14,66
V.	5	92,22	1/12,82
V.	6	87,5	1/8,71
VII.	1	90,22	1/102,7
VII.	2	92,11	1/20,85
VII.	3	94,11	1/12,98
VII.	4	90,88	1/53,78
IX.	1	88,66	1/42,95
IX.	2	87,22	1/39,53
IX.	3	88,00	1/13,84
IX.	4	90,00	1/13,60
XI.	1	89,22	1/78,95
XI.	2	87,55	1/37,09
XI.	3	89,44	1/57,03
XI.	4	90,22	1/143,17
XI.	5	90,00	1/∞
XI.	6	86,25	1/8,68
XIII.	1	89,44	1/34,45
XIII.	2	91,67	1/13,56
XIII.	3	88,89	1/28,35
XIII.	4	89,67	1/23,7
XIII.	5	91,88	1/8,09
XIII.	6	92,5	1/5,93
XV.	1	89,67	1/50,84
XV.	2	91,89	1/28,01
XV.	3	92,22	1/26,67
XV.	4	92,78	1/27,02
XV.	5	93,33	1/22,95

Odhad úhlů plošných (I. řada pokusů) v indirektním vidění
Úhel 157°

Meridián	Poloha	M	$\frac{F_m}{M}$	Meridián	Poloha	M	$\frac{F_m}{M}$
I.	1	147,22	1/16,63	VII.	4	160,00	1/11,18
I.	4	155,62	1/20,34	IX.	1	151,11	1/24,60
I.	5	149,11	1/15,19	IX.	2	147,44	1/12,80
I.	6	158,78	1/15,31	IX.	3	151,88	1/20,51
I.	7	154,44	1/11,76	IX.	4	159,22	1/16,46
I.	8	161,89	1/19,38	XI.	1	154,44	1/17,87
I.	9	153,89	1/11,95	XI.	2	151,11	1/21,58
I.	10	155,56	1/9,33	XI.	3	155,00	1/14,72
I.	11	136,87	1/6,16	XI.	4	161,11	1/15,20
III.	1	153,90	1/19,16	XI.	5	165,55	1/19,87
III.	2	152,78	1/16,15	XIII.	1	155,00	1/24,92
III.	3	160,00	1/24,02	XIII.	2	151,11	1/19,55
III.	4	152,78	1/12,92	XIII.	3	151,67	1/15,61
III.	5	159,44	1/17,79	XIII.	4	157,22	1/13,86
III.	6	149,37	1/8,10	XIII.	5	156,25	1/24,03
V.	1	148,77	1/18,8	XIII.	6	156,88	1/18,16
V.	2	153,88	1/13,35	XV.	1	148,33	1/17,36
V.	3	157,22	1/17,22	XV.	2	152,22	1/19,36
V.	4	157,00	1/9,88	XV.	3	153,89	1/14,69
V.	5	155,5	1/11,06	XV.	4	155,00	1/15,50
VII.	1	151,66	1/19,24	XV.	5	158,33	1/13,19
VII.	2	153,33	1/19,47	XV.	6	151,25	1/11,74
VII.	3	155,55	1/7,0				

V II. řadě pokusů odhadovali titíž zkoušenci na čtyřech polomeridiánech (II., V., IX., XIII.) na druhé poloze v nepřímém vidění úhly s rameny 18°, 16°, 30°, 57°, 81°, 90°, 108°, 135°, 157° ve třech různých polohách exponovaných úhlů (α , β , γ) a s třemi různými délkami ramen (a, b, c). Výsledky jsou uvedeny v tab. č. 8 pro nedostatek místa jen pro úhly 16°, 90° na polomeridiánu II. V III. řadě pokusů byl prováděn odhad týchž úhlů jako v II. řadě, ale direktně v centru zorného pole pohyblivým okem. Výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 9 pro nedostatek místa jen pro úhly 16°, 90°, 157°.

Rady I., II., III., IV., VI. a X. měly za úkol umožnit soustavně sledovat některé základní faktory, na nichž je odhad velikosti předmětů (úhlů plošných a úhlů s rameny) závislý v nepřímém vidění a zjistit rozsah zorného pole pro odhad velikosti předmětů (úhlů) v indirektním vidění. Rady V., VII., VIII., IX., XI., XII. byly provedeny za tím účelem, aby byl získán faktový materiál pro platnost či neplatnost Weberova zákona pro odhad úhlů v indirektním a direktním vidění. Výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 10 (pro řadu V., VII., VIII.), č. 11 (pro řadu IX.), č. 12 (pro řadu XI.) a č. 13 (pro řadu XII.).

V XI. řadě byly srovnávány direktně plošné úhly jen podle velikosti oblouků sektorů v poloze γ pravým pohyblivým okem jen směrem od shora dolů. Ve XII. řadě byly nakresleny oblouky 30°, 60°, 90°, 120° s poloměrem 6 cm a srovnávány oblouky výše uvedených úhlů (tab. 13) direktně (v centru) pravým pohyblivým okem. Tu se srovnávání velikostí blíží nejvíce srovnávání velikostí přímek.

V X. řadě byl zjišťován rozsah zorného pole monokulárního (pravého oka) pro možnost odhadu velikosti úhlu na 16 polomeridiánech u tří pokusných osob (De, Do, Bu) u úhlu s rameny (53°). V této řadě posouval zvolna experimentátor na polomeridiánech na bílé tyčince úhel s rameny 6 cm z nejzazší periferie do centra (vrchol úhlu stále směřoval k fixačnímu bodu) tak dlouho, až pokusná osoba poznala úhel jako takový, tj. viděla vrchol úhlu i obě jeho ramena. Z pěti opakování byla vypočtena průměrná vzdálenost od fixačního bodu (od fovey centralis). Výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 3 a na obraze č. 2.

Odhad úhlů plošných v centru zorného pole v poloze α a γ bez fixace.
(IV. a VI. řada pokusů)

R	M		$\frac{F_m}{M}$	
	α	γ	α	γ
8°	9,11	7,11	1/2,97	1/1,79
16°	16,66	15,22	1/6,26	1/4,46
20°	23,22	22,22	1/7,34	1/3,12
30°	29,55	29,22	1/11,81	1/18,09
37°	34,89	33,89	1/8,54	1/8,88
45°	45,88	48,11	1/8,92	1/11,96
49°	49,44	48,33	1/11,8	1/11,60
57°	58,11	58,67	1/10,58	1/14,92
60°	61,88	62,00	1/16,86	1/8,28
67°	68,44	69,11	1/14,90	1/14,80
77°	80,67	82,89	1/64,50	1/30,88
81°	83,00	85,44	1/29,85	1/29,6
90°	89,88	91,11	1/89,88	1/57,38
108°	109,11	111,33	1/47,83	1/24,4
110°	108,44	113,00	1/25,81	1/27,92
120°	118,33	126,00	1/34,20	1/22,21
135°	132,77	137,22	1/38,8	1/40,09
142°	140,44	144,89	1/29,4	1/36,38
157°	156,55	158,78	1/49,85	1/60,20
163°	162,33	164,78	1/46,00	1/39,45
170°	169,33	170,67	1/81,89	1/78,92

Pro odhad velikosti úhlů plošných byl rozsah zorného pole zjištěn v I. řadě pokusů. Za hranici byla považována ta vzdálenost od fixačního bodu (fovey centralis), při níž pokusná osoba mohla provést soud o velikosti plošného úhlu. Výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 2 a na obraze č. 2. Výsledky všech pokusných řad byly zpracovány statisticky a graficky. Pro malý rozsah místa uvádíme z nich jen nejnütnější data.^{36a}

III

Výsledky pokusů

1. Souzení o velikosti úhlů v indirektním a direktním vidění se zvláštním zřetelem k platnosti Weberova zákona

Již *G. Berkeley*³⁶, zabývá se problémem, kterak pomocí zraku vnímáme velikost předmětu, dospěl k názoru, že pouhým zrakem velikosti nevidíme. „Vidíme,“ pravil Berkeley, „velikost a vzdálenost tím způsobem, jako vidíme v obličejí člověka hněv a stud.“ Berkeley správně mezi zrakové percepce, jejichž obsah dobře rozlišuje od soudů vzniklých na základě smyslových vjemů, počítá jen barvu a světlo. Naproti tomu *J. Müller*,³⁷ který podlehl Kantovu učení o aprio-

Odhad úhlů s rameny na periférii zorného pole (II. řada pokusů)
na 2. poloze

R	Meridián	M									$\frac{Fm}{M}$								
		a α	a β	a γ	b α	b β	b γ	c α	c β	c γ	a α	a β	a γ	b α	b β	b γ	c α	c β	c γ
16°	II.	14,16	9,75	12,37	18,89	15,25	20,25	20,15	17,44	21,71	$\frac{1}{2,19}$	$\frac{1}{2,22}$	$\frac{1}{1,97}$	$\frac{1}{4,12}$	$\frac{1}{3,19}$	$\frac{1}{2,81}$	$\frac{1}{4,65}$	$\frac{1}{3,56}$	$\frac{1}{2,90}$
90°	II.	89,00	88,33	92,12	90,56	91,67	91,89	88,89	90,00	95,22	$\frac{1}{33,33}$	$\frac{1}{37,50}$	$\frac{1}{27,09}$	$\frac{1}{31,77}$	$\frac{1}{19,50}$	$\frac{1}{16,00}$	$\frac{1}{28,50}$	$\frac{1}{21,96}$	$\frac{1}{11,82}$
157°	II.	162,86	167,00	162,00	160,56	156,25	164,37	163,11	165,33	157,57	$\frac{1}{36,11}$	$\frac{1}{41,75}$	$\frac{1}{40,50}$	$\frac{1}{23,47}$	$\frac{1}{19,06}$	$\frac{1}{25,69}$	$\frac{1}{16,44}$	$\frac{1}{28,02}$	$\frac{1}{13,14}$

Tabulka 9

Odhad úhlů s rameny různé délky (a, b, c) v centru zorného pole bez fixace v poloze α, β, γ (III. řada pokusů)

R	M									$\frac{Fm}{M}$								
	a α	a β	a γ	b α	b β	b γ	c α	c β	c γ	a α	a β	a γ	b α	b β	b γ	c α	c β	c γ
16°	18,00	16,00	18,11	22,00	20,56	21,11	20,44	19,78	22,11	$\frac{1}{3,31}$	$\frac{1}{2,49}$	$\frac{1}{3,86}$	$\frac{1}{8,48}$	$\frac{1}{4,19}$	$\frac{1}{4,63}$	$\frac{1}{9,24}$	$\frac{1}{4,57}$	$\frac{1}{3,79}$
90°	89,11	86,22	92,77	89,88	86,78	92,67	89,67	86,44	90,57	$\frac{1}{55,70}$	$\frac{1}{22,75}$	$\frac{1}{20,21}$	$\frac{1}{28,96}$	$\frac{1}{28,00}$	$\frac{1}{20,1}$	$\frac{1}{77,9}$	$\frac{1}{23,36}$	$\frac{1}{111,93}$
157°	154,22	160,33	161,00	153,56	157,22	160,56	154,44	160,33	159,77	$\frac{1}{23,04}$	$\frac{1}{24,75}$	$\frac{1}{53,48}$	$\frac{1}{34,12}$	$\frac{1}{26,98}$	$\frac{1}{32,44}$	$\frac{1}{34,17}$	$\frac{1}{24,09}$	$\frac{1}{31,33}$

řitě prostoru, vycházejí z mylného předpokladu, že smyslové orgány, které nám zprostředkují prostorové vjemy, číjí se ve své pravé velikosti, tvrdí, že velikost hmatem a zrakem číjeme bezprostředně, a to zrakem jen velikost plochy, poněvadž sítnice se číje jako plocha. Plocha, kterou ruka pokryje, je podle Müllera tak velká jako dlaň, kterou číjeme v pravé velikosti. Když *Weber*³⁸ našel, že dva stejně vzdálené hroty kružítka nečíjeme na některých místech kůže jako distinktní, byla tím domněnka Müllerova o možnosti vnímat pravou velikost objektů vyvrácena, ale představa o možnosti vnímat velikost jen na základě sítnicového obrazu tím odstraněna nebyla. Tak *Volkmann*³⁹ uznává, že vnímání velikosti zrakem sice „může být produktem čistého počítku, obvykle však není, že spíše nejjasnější představy a většina představ o velikosti věcí získává se složitou cestou za působení svalové činnosti“.

Také *Spencer*⁴⁰ je toho názoru, že pouhá různá velikost optického retinálního obrazu dostačí k uvědomění si rozdílu velikosti, poněvadž „každý element sítnicový vyvolává ve vědomí zvláštní dojem, proto také řada dojmů vyvolaných segmentem kružnice jest číta jako větší než řada dojmů vyvolaných příslušnou tetivou“, a dodává, že „podobné zkušenosti nabudeme i pomocí svalů očních“, jestliže sledujeme okem segment a tetivu, poněvadž oko „poskytuje větší sumu počítků“. Jak *Spencer* vysvětlí jen podle počtu podrážděných sítnicových elementů subjektivní rozdíl velikosti objektivně stejně dlouhé vertikály a horizontály, zůstává nám nejasno. Tu optický obraz měl by podráždit stejný počet sítnicových elementů a přece obsah vědomí v obou případech je zřetelně různý. Ještě nápadnější rozdíl ve vidění velikosti téže kružnice vynikne, pozorujeme-li touž kružnici obklopenou malými kružnicemi a pak velkými kružnicemi. Tento zkušenostní fakt dokazuje, že pouhá velikost optického obrazu k určení velikosti vnímaného objektu nedostačí, ani kdybychom mylně, jak to *Müller* učinil, předpokládali, že sítnice číje se v pravé velikosti již jako plocha. I tu vznikají rozpory se zkušeností. Velikost optického obrazu objektu, který uvede do vzruchu jistý areál čivých elementů na sítnici, je integrující složkou při odhadu velikosti vnímaných objektů, ale sítnicový obraz sám o sobě nestačí. Nutnou komponentou jsou i svalové počítky pohybujícího se oka, které se s dojmy zrakovými spojují, a „na nich a jejich velikosti závisí subjektivní odhadování velikosti“.⁴¹ Proto nestačí říci, jak to číní *Volkmann*,⁴² že objekty, „které mají stejný zorný úhel, jsou pro počíteč (sc. velikost objektu) stejné velké“, poněvadž táž linie stejného zorného úhlu v jiné poloze v téže vzdálenosti je posuzována jako nestejně dlouhá (velká), poněvadž právě kvalita svalových počítků je různá.

Tuto různou kvalitu počítků svalových nesmíme zaměňovat s intenzitou počítkovou. Tam, kde obrazně mluvíme o intenzitě počítku, při pečlivé analýze vždy zjistíme, že tu jde o kvalitativní změnu.⁴³ To věděl již *Malebranche*,⁴⁴ který tvrdil, že kvalitativní rozdíly obsahů vědomí, které si uvědomujeme při srovnávacích soudech, nelze redukovat na kvantity. *Herbart* však v opozici proti Kantovi a ve snaze zexaktnit psychologii tak, aby se vyrovnala přírodním vědám,⁴⁵ dal se svést obrazným rčením mluvy k tvrzení, že duševní stavy mají také kvantitativní stránku: „Nikdo nemůže popřít,“ praví, „že kromě kvalitativních určení je nekonečné množství kvantitativních určení psychického.“ A prostě místo důkazu předpokládá, „že představy jsou silnější, slabší . . .“⁴⁶ a buduje s nezdařem svou statiku a dynamiku ducha, v níž používá matematického kalkulu.

Nový podnět k měření intenzity psychických jevů byl dán pokusy *Weber*ovými. *E. H. Weber*⁴⁶ konal pokusy, aby zjistil, jaké „nejmenší různosti závaží

hmatem, délek linií zrakem a tónů sluchem můžeme rozeznat“ a našel při odhadu linií okem u těch, kteří mají výtečný odhad od oka, že rozlišují ještě rozdily dvou linií, jejichž délky jsou v poměru 50 : 51 ano i 100 : 101 (jinak 1 : 25), a že není žádného rozdílu, „srovnáváme-li linie 2 coule nebo 1 coul dlouhé, když jednu a pak druhou pozorujeme, obě zároveň můžeme vidět vedle sebe a přece je část, o kterou jedna linie druhou přečnává, v prvním případě jednou tak velká jako v druhém“.

Weber sám z těchto pozorování nevyvodil takových důsledků, jak to pak učinil *Fechner*⁴⁷ a jen je označil za „nejvýše zajímavý psychologický jev“. Neaplikoval rovněž výsledků svých pozorování na měření intenzity počitků, jak se o to pokusil ve své „Psychofysice“ *Fechner*, který pokračoval v pracích E. H. Webera a vyšetřoval dále vztahy mezi změnou popudu a počitku, jež i vyjádřil matematickou formulu.

Fechner se domníval, že našel formuli, která vyjadřuje vztah mezi fyzickým a psychickým. Avšak jeho psychofyzický paralelismus je metafyzický. Jeho psychofyzické vysvětlení Weberova zákona⁴⁸ je apriorní konstrukce. Weberův zákon neříká ničeho o počitkové intenzitě. To uznává také *Ziehen*,⁴⁹ který „na základě spolehlivých novějších zkoumání“ připouští, že „Weberův zákon platí přísně jen uvnitř jistých hranic, pro velmi slabé a velmi silné popudy jen přibližně“. Že však Weberův zákon neplatí přísně ani u popudů střední intenzity⁵⁰ a že i u popudů střední intenzity je omezena jeho platnost, chceme ukázat na našich resultátech při odhadování (srovnávání) velikosti úhlů v indirektním a direktním vidění.

Komplexnost resultátů o velikosti jednotlivých úhlů, o níž jsme se přesvědčili systematickým stopováním geneze jednotlivých soudů o velikosti úhlů, vedla nás při zkoumání platnosti Weberova zákona k takové sukcesivní eliminaci faktorů, až se proces při odhadování zredukoval vcelku na analogický průběh, jaký je při odhadu velikosti přímek, pro něž byla platnost Weberova zákona dokázána. Tak vzniklo celkem šest výše popsaných různých řad pokusů (V., VII., VIII., IX., XI., XII.), jejichž výsledky uvádíme v tabulkách č. 10, 11, 12, 13.

Při vyloučení přímého určování velikosti úhlu ve stupních pomocí metody úplných řad⁵¹ s ekvidistantním intervalem 1° při simultánních exposicích popudu R v centru zorného pole a SR (proměnlivého srovnávacího popudu) indirektně na polomeridiánu V. v poloze α na 4., 3. a 2. poloze, tj. mezi 10°12'—24°13' (na vzdálenějších polohách dále od fovey centralis — více než 28° — je srovnávání pro nezřetelnost obrysů tvarů nemožná) od fovey centralis a v poloze α na polomeridiánu XV. na poloze 5.—1. a tamtéž v poloze γ na poloze 4.—1. a při sukcesivních exposicích R i SR v indirektním vidění na polomeridiánu XV. v poloze γ na 2. a 3. poloze (19°47'—24°13' od fovey centralis), kde je zachován požadavek identity retinálního podráždění v indirektním vidění a kde zkoušenec provádí pouze disjunkci ve formě $R = RS$, $R < RS$, $R > SR$, nebylo docíleno konstantního relativního rozdílového prahu $\frac{\Delta r}{r}$ (srov. tab. 10), jak toho vyža-

duje platnost Weberova zákona. *Weberův zákon neplatí tedy při srovnávání úhlů plošných v indirektním vidění*, tj. neplatí při srovnávání plošných prostorových útvarů dvojdimensionálních. Další eliminace faktorů ovlivňující soud o velikosti může spočívat ještě:

- a) ve vyloučení faktoru indirektního vidění,
- b) v přísně determinované instrukci, která připouští provedení výše uvedené

Výsledky srovnávání dvou úhlů plošných metodou úplných řad na polomeridiánu V. a XV. v poloze α , na polomeridiánu XV v poloze γ (V., VII., VIII. řada pokusů)

Poloha	R	$\frac{\Delta r}{r}$			
		V. ř. V α Sim.	V. ř. XV. α Sim.	VII. ř. XV. γ Sim.	VIII. ř. XV. γ Suc.
1.	20°	—	1/10,90	1/13,33	—
2.	20°	1/12,85	1/10,90	1/10,91	1/17,14
3.	20°	1/12,85	1/8,78	1/10,59	1/13,33
4.	20°	1/14,40	1/15	1/9,23	—
5.	20°	—	1/6,43	—	—
1.	30°	—	1/14,21	1/15,88	—
2.	30°	1/18	1/14,21	1/16,36	1/21,60
3.	30°	1/18,62	1/14,21	1/20	1/16,36
4.	30°	1/13,5	1/13,5	1/16,87	—
5.	30°	—	1/17,42	—	—
1.	60°	—	1/26,34	1/29,19	—
2.	60°	1/21,17	1/29,18	1/25,71	1/33,75
3.	60°	1/22,04	1/25,11	1/23,48	1/45
4.	60°	1/22,5	1/22,5	1/23,48	—
5.	60°	—	1/20,77	—	—
1.	67°	—	1/30,92	1/26,22	—
2.	67°	1/25,66	1/48,24	1/30,15	1/31,73
3.	67°	1/24,12	1/29,41	1/26,80	1/33,5
4.	67°	1/21,92	1/26,21	1/24,12	—
5.	67°	—	1/32,59	—	—
1.	90°	—	1/46,28	1/38,57	—
2.	90°	1/50,62	1/52,26	1/47,64	1/55,86
3.	90°	1/43,78	1/45	1/46,28	1/39,51
4.	90°	1/35,31	1/35,21	1/42,63	—
5.	90°	—	1/27	—	—
1.	110°	—	1/47,14	1/55	—
2.	110°	1/43,04	1/42,12	1/60	1/47,14
3.	110°	1/32,46	1/46,04	1/44	1/45
4.	110°	1/38,07	1/33	1/38,82	—
5.	110°	—	1/19,8	—	—
1.	120°	—	1/65,45	1/56,84	—
2.	120°	1/36,61	1/45	1/50,23	1/56,84
3.	120°	1/36,61	1/50,23	1/48	1/46,95
4.	120°	1/43,2	1/40	1/40,00	—
5.	120°	—	1/35,41	—	—
1.	157°	—	1/76,37	1/83,11	—
2.	157°	1/55,41	1/88,31	1/58,87	1/57,67
3.	157°	1/56,52	1/100,93	1/60,12	1/42,81
4.	157°	1/68,92	1/80,74	1/74,37	—
5.	157°	—	1/47,89	—	—

disjunkce jen srovnáváním oblouků (segmentů odpovídajících velikostem úhlů) R a SR u sektorů v centru zorného pole, a to vždy jen směrem shora dolů, tedy podle jednotného kritéria,

Tabulka 11

Odhad plošných úhlů v centru dle metody úplných řad v poloze γ bez fixace (IX. řada pokusů)

R	Δr	$\frac{\Delta r}{r}$
20°	9°	1
	18	40,00
30°	15°	1
	18	36,00
60°	16°	1
	18	67,50
67°	13°	1
	18	92,76
90°	17°	1
	36	75,34
110°	9°	1
	18	220
120°	12°	1
	18	180
157°	13°	1
	18	217,38

Tabulka 12

Srovnávání plošných úhlů jen dle oblouků v centru v poloze γ pravým pohyblivým okem (Řada pokusů XI)

R	Δr	$\frac{\Delta r}{r}$
20°	4°	1
	10	50
30°	5°	1
	10	60
60°	5°	1
	10	120
67°	7°	1
	10	95,71
90°	3°	1
	10	300
110°	4°	1
	10	275
120°	9°	1
	10	133,33
157°	8°	1
	10	196,25

R = normální popud,

Δr = střední rozdílový práh,

$\frac{\Delta r}{r}$ = poměr střed. rozdí. práhu k normál. popudu.

Tabulka 13

Srovnávání oblouků v centru pohyblivým pravým okem (radius 6 cm) (Řada XII)

R	Δr	$\frac{\Delta r}{r}$
30°	6°	1
	10	50
60°	8°	1
	10	75
90°	3°	1
	10	300
120°	6°	1
	10	200

c) v redukci velikosti úhlu jen na příslušné segmenty kružnicové⁵² s rádiem (6 cm), odpovídajícím rádiu u úhlových sektorů (6 cm), takže oblouk není včleněn v sektor a při stejné instrukci jako v „b“ je tu prováděno vlastně již jen srovnávání jednodimensionálních linií cyklických za přibližných podmínek, za jakých se děje srovnávání přímých linií, pro něž Weberův zákon platí.

Srovnání hodnot $\frac{\Delta r}{r}$ v tab. č. 10, 11, 12, 13 ukazuje, že *Weberův zákon neplatí*:

a) ani při srovnávání úhlových sektorů R a SR v centru (v direktním vidění) pohyblivým okem při volné instrukci: min. $\frac{\Delta r}{r}$ činí 1/36 (30°), max. $\frac{\Delta r}{r}$ 1/220 (110°) (srov. tab. č. 11),

b) ani při přísně determinované instrukci: min. $\frac{\Delta r}{r}$ činí 1/50 (20°); max. $\frac{\Delta r}{r}$ 1/300 (90°) (srov. tab. č. 12),

c) ani při pouhém srovnávání velikosti segmentů kružnicových: min. $\frac{\Delta r}{r}$ činí 1/50 (20°); max. $\frac{\Delta r}{r}$ 1/300 (90°), jejichž délka nepřesahuje délku přímek, pro jejichž srovnávání platnost Weberova zákona byla zjištěna (srov. tab. č. 13),

d) ani v indirektním vidění při srovnávání úhlových sektorů R a SR: min. $\frac{\Delta r}{r}$ činí 1/13,33 (20°); max. $\frac{\Delta r}{r}$ 1/57,67 (157°) (srov. tab. č. 10, VIII. ř. XV. γ a řada V. a VII.).

Zajímavý výsledek, který je rovněž v uvedených tabulkách konstatovatelný, je, že při vyloučení možnosti nepřímých soudů jsou výsledky přesnější, kvocienty $\frac{\Delta r}{r}$ jsou v případech b, c relativně větší než v a. Doba potřebná k disjunkci roste:

1. pravidelně se vzrůstem stupně podobnosti R a SR a dosahuje maxima při objektivní podobnosti (stejnosti) a

2. se vzrůstem tvarové extensivity. Např. čas k odhadu velikosti úhlu 20° v centru byl průměrně asi o 1/3 větší než při odhadu úhlu 120°.

Na základě uvedených výsledků *nemůžeme uzнат platnost Weberova zákona pro odhad a srovnávání velikosti úhlů v direktním a indirektním vidění*. Weberův zákon platí při srovnání přímek horizontálních střední dimenze.^{53a} Z tohoto faktu lze vyabstrahovat pro jeho platnost dva postuláty:

1. aby se exkurse oka děla vždy týměž přímočarým směrem horizontálním (označme ji jako případ I.) a

2. aby byly obě přímky okem sledovány v celé délce (velikosti).

V případě I. je-li přímka „a“ delší než „b“, je také poměr exkursí: $a > b$. subjektivní dojem námahy resultující ze svalových počitků: $A > B$ a výsledný resultát o subjektivní velikosti: $x > y$. Je tu tedy přímá proporcionalita jak mezi a b, tak A B, tak x y, což je zkušeností potvrzeno.

Je nyní možno, aby při odhadu a srovnávání velikosti úhlů byly tyto dva námi vyabstrahované postuláty splněny? Jen v tom případě, když bychom re-

dukovali určování velikosti úhlů na určování spojnice konců ramen úhlů, která by probíhala horizontálně. Poněvadž se však s délkou ramen mění délka spojnice na konci ramen, ale úhel může být týž, nelze se omezit vždy pouze jen na určování velikosti spojnice, je nutno pozorovat i plochu mezi rameny; možné by to bylo, kdyby tvarová velikost úhlu zůstala nezměněna. Pak bychom ale určovali vlastně zase jen délku přímek a ne velikost úhlů. Volíme-li jiné polohy úhlů, kdy žádné rameno neleží horizontálně, vznikají ihned komplexnější soudy o velikosti úhlů, zvláště není-li instrukce determinována. Tu se soudy o velikosti úhlů nedějí podle výše uvedeného schématu případu I. Tak při odhadu velikosti plošných úhlů, byly-li úhly v poloze normální (α), u pokusných osob tvořila východisko při odhadu velikosti úhlu dominantní představa tvaru úhlu pravého, který je vytvořen horizontálou a vertikálou, pro jejichž znovupoznání jsme nejcitlivější ze všech možných směrů jiných a proto je, jak i *Witasek*^{53b} poznamenává, nejsnadněji z celé rozmanitosti prostorových elementů poznáváme. Odhad velikosti pravého úhlu děje se tu vlastně nepřímou konstatováním identity vjemu a představy tvaru, s nímž je velikost úhlu již asociativně spojena. Tento asociativní faktor vyloučit nelze. *Ziehen*⁵⁴ právě vysvětluje si odchylky od Weberova zákona „jednak pomocí měnicího se stupně asociativního navčičení a jednak pomocí modifikací popudu na cestě do kůry mozkové a v ní“. Jde tu o zcela jiný pochod než u srovnávání přímek.

Při určování velikosti pravého úhlu není tedy exkurse oka 6krát větší než při určování velikosti 15° sektoru. Poněvadž při určování velikosti ostrých úhlů srovnává se vjem tvaru úhlu s představou tvaru pravého úhlu, je např. exkurse oka větší u úhlu 30° než u úhlu 90°. Za těchto okolností nemůže podle hořejších postulátů Weberův zákon platit. Vezmeme-li za minimální popud úhel pravý, objeví se zase nesouhlas s předpoklady Weberova zákona. Tento nesouhlas dá se zčásti vysvětlit, jak se domníváme, právě změněnou exkursí oka, která se neděje podle schématu případu I. Ze zkušenosti je známo, že táž exkurse oka směrem horizontálním (a) a vertikálním (b) vyvolává uvědomění si různé námahy: $A_1 < B_1$, takže resultát odhadované velikosti na základě uvědomění si různého svalového napětí je: $x_1 < y_1$. Nazvěme tyto různosměrné exkurse s jejich psychickými zážitky případem II. Odhad velikosti jednotlivých úhlů při nedeterminované instrukci děje se podle schématu II. Neplatnost Weberova zákona při odhadu velikosti úhlů dala by se zčásti vysvětlovat i různosměrnou exkursí oka při různých úhlech. Není tu tedy splněn postulát první. Tuto domněnku bude třeba náležitě prokázat.

Jestliže místo přímého určování velikosti ve stupních volíme nepřímé určování podle metody úplných řad, nastává při nedeterminované instrukci vlastně jen obměna odhadu úhlu pravého, když totiž zkoušenec při konstantnosti jednoho ramene abstrahuje od celkového útvaru a koncentruje se pouze na zjištění identity nebo disparace vjemů R a RS pomocí paralelity či neparalelity směr měnicího ramene. Weberův zákon tedy platit vlastně nemůže, poněvadž není splněn postulát první. Δr (srov. tab. 10. 11) neroste proto úměrně s velikostí úhlového sektoru, poněvadž velikost exkursí oka, ovšem různosměrných vlivem různé polohy ramene, je vcelku tatáž. a proto místo požadované geometrické progresse objeví se spíše aritmetická.

Jestliže determinujeme instrukci tak, že exkurse oka dějí se vždy stejnosměrně, ale cyklicky, objeví se, jak jsme ukázali na srovnání segmentů, opětne nesouhlas s Weberovým zákonem, z čehož plyne, že *Weberův zákon platí* (podle

našeho mínění) *pro srovnávání* a odhad velikostí (extensivních) linií, při nichž *exkurse oka* u všech R a SR *konají se vždy týmě směrem přímočarým*, kdežto *dějí-li se u různě velikých úhlů různosměrně jinými směry anebo cyklicky, kruhovitě, obloukovitě, neplatí*. Při jiných exkursích různosměrných než horizontálních dá se neplatnost Weberova zákona vysvětlit snad zčásti i nestejnou kvalitou svalových počitků při téže velikosti exkurse oka, na jejíž fyziologický substrát poukazujeme. Je známo, že jen horizontální pohyb oka lze provést pomocí dvou očních svalů, u ostatních pohybů oka působí všech 6 očních svalů.^{55a} Nelze však neplatnost Weberova zákona redukovat jen na různé exkurse oka. U odhadu (srovnávání) velikosti úhlů jde i o komplexnější podněty a soudy než u srovnávání přímek, jde tu o jiné podmínky. Co je příčinou neplatnosti Weberova zákona při cyklických exkursích oka, bylo by potřebí exaktní metodou zjistit. Poukazujeme jen na zkušenost, že oko daleko lépe sleduje na příklad pohyb prstu i v kruhu nežli nakreslený kruh v klidu, při jehož sledování vlastně přeskakuje s bodu na bod, takže by pak šlo vlastně v případě potvrzení této domněnky o exkurse různosměrné. *Schober*^{55b} uvádí, že volní pohyby oční jsou vždy skákové, nejsou kontinuální. Podle *Sokolova*,⁵⁶ který v souhlase s I. P. Pavlovem pokládá vnímání za podmíněný reflex, závisí odhad velikosti předmětu také na napětí svalů oka, na svalových mechanismech optického analyzátoru. Odhad velikosti předmětu se může změnit, zůstává-li stejné sítnicové zobrazení, ale mění se napětí svalů očních. Při zrakovém vnímání velikosti předmětu jde o společnou činnost optického analyzátoru (sítnice oka) s pohybovým analyzátozem, svaly oka.

Poněvadž soudy v indirektním vidění, jak jsme zjistili, dějí se v podstatě podle těchže principů jako ve vidění direktním a naopak resultáty ty jsou tu ještě komplexnější vlivem tvarových modifikací, plyne z hořejšího i neplatnost Weberova zákona pro vidění indirektní. (Srov. řadu V., VII., VIII., tab. č. 10.)

Naše domněnka o neplatnosti Weberova zákona pro srovnávání velikosti úhlů se potvrdila.

Zbývá nám ještě uvést resultáty o vlivu polohy, tvarové velikosti a extrafoveálního podráždění retinálního na soud o velikosti úhlů a rozsah zorného pole pro odhad velikosti úhlů v indirektním vidění.

2. Vliv změny prostorové polohy a tvaru na soud o velikosti úhlu

Změníme-li polohu úhlu tak, že exponované úhly otočíme z normální polohy α , kde leží jedno rameno konstantně horizontálně, do polohy β , γ , kdy neleží horizontálně žádné rameno, objeví se pokles v přesnosti odhadované velikosti úhlů. Konstantní chyba C, která je nejmenší v poloze α u pravého úhlu plošného (kdež činí jen $-0,12^\circ$), stoupá téměř na desateronásobnou hodnotu v poloze γ , kde činí již $+1,11^\circ$. Je tedy *odhad velikosti* relativně v poloze γ *oproti α zhoršen*. Toto relativní zhoršení zračí se i ve srovnání maximální a minimální konstantní chyby C v poloze γ , neboť minimální C v poloze α $-0,12^\circ$ vzrůstá v poloze γ na $+0,67^\circ$ a maximální ze $+3,67^\circ$ v poloze α stoupne na $+6^\circ$ v poloze γ .

Vliv změny polohy prostorové na odhad velikosti úhlů je také patrný v průměrné chybové variaci mV, která v direktním vidění v α činí $2,63^\circ$, kdežto v γ $3,29^\circ$. Podobně relativně stoupá mV v poloze β , γ *oproti poloze α u úhlu s rameny* v indirektním vidění a v direktním vidění.

Přímým důsledkem vzrůstu mV je, že také křivka kvocientů F_m/M , vyjadřující současně míru přesnosti odhadové u úhlů plošných v indirektním vidění, v poloze γ o něco celkově poklesá oproti α ve svých typických vrcholech u pravého a přímého úhlu (srov. tabulky č. 4–9).

Číselné výsledky uvedené v tabulkách jsou jen statisticky zpracované soudy a slouží jen jako metodická pomůcka k stanovení faktorů, na nichž jsou psychické jevy závislé.

U úhlů tupých v poloze γ vznikl ještě pozoruhodný jev, spočívající v tom, že konstantní chyba C , který byla v poloze α negativní a tedy v soulase se známým pravidlem o podceňování velikosti tupých úhlů, změnil se v pozitivní, v přeceňování velikosti. Tento jev je nezávislý jak na tvarové velikosti, tak na vzdálenosti úhlů od centra zorného pole.

Vysvětlení tohoto jevu nečiní po uvedení faktu v kapitole I obtíží. V poloze γ totiž spojnice konců ramen probíhá celkem vertikálně a jsou proto exkurse oka spojeny s větší námahou než v poloze α , kde spojnice převážně probíhá diagonálně, a v β , kde probíhá přibližně horizontálně. Přímým důsledkem těchto různosměrných exkursí oka jsou i různé svalové počítky, na nichž je i různý odhad velikosti také závislý.

Obtíže při explikaci tohoto jevu nastanou, postavíme-li se na stanovisko Jamesovo. James⁵⁷ činí totiž vnímanou velikost závislou pouze na sítnicovém podráždění a vybaveninách. Tvar úhlu však v poloze α i γ je geometricky kongruentní a v důsledku toho i jeho optický obraz při zachování celkové identity podrážděné sítnice má také touž rozlohu. Z pouhého sítnicového podráždění je tedy tento jev nevysvětlitelný. Zbývají vybaveniny. James však nevyřešil otázku, která jsme nabyli oné první představy rozdílné velikosti téhož předmětu, a rovněž nevysvětlí svou teorii, jak bez svalových počítků se může změnit odhadovaná velikost (vzdálenost) při únavě svalů očních⁵⁸ nebo ochrnutí některého z nich, kdy obrazy předmětů jsou i opticky podobny, jak to Mach⁵⁹ požaduje. Jestliže pacient s ochrnutým svalem očním sahá mimo předměty a naučí se po čase správně na ně reagovat, je to jistě poukazem k tomu, jak Wundt⁶⁰ poznamenává, že svalové počítky jsou při určování velikosti (vzdálenosti) integrující složkou.

Příčinou poklesu přesnosti v odhadu velikosti úhlů v polohách β , γ různosměrnými exkursemi vysvětlit nelze. Ta souvisí jednak s nezvyklostí⁶¹ a jednak se způsobem odvozování velikosti jednotlivých úhlů pomocí pravého úhlu. Změnil-li se poloha, odpadne tím také vnímání konstantní horizontály, čímž se projekce pravého úhlu jakožto východiska k určení velikosti ostatních úhlů podstatně znesnadní. Poněvadž konstrukce diagonálního směru je mnohem nepřesnější než vertikálního, je v poloze β , γ i určení velikosti pravého úhlu nepřesnější. Mach⁶² zjistil experimentálně pro direktní vidění, že při sestrojování paralelní přímky (nití) k horizontále činí chyba jen $0,2^\circ$, k vertikále $0,3^\circ$, kdežto u diagonálních směrů vzrůstá se vzdáleností od těchto směrů až 6krát.

Resultáty o vlivu tvarové velikosti na soud o velikosti jsou jen dokladem toho, že ačkoli jsme si vědomi toho, že velikost úhlů není odvislá od tvarové velikosti, přece nejsme s to od tvarové velikosti zcela abstrahovat. Suma odhadované velikosti je o něco vyšší u úhlů tvarově větších, a sice je tu přímá proporcionalita mezi odhadovanou velikostí a tvarem. Typy převážně analytické považují menší tvary za znesnadnění k určování jejich velikosti, poněvadž tvoří soudy podle směru promítnuté kolmice (tj. pravého úhlu). Naproti tomu typy převážně syntetické (Bu) označují malé tvary za výhodnější, poněvadž poskytují při vnímání

v indirektním vidění jednotnější obraz, kdežto větší tvar nelze simultánně zřetelně vnímat. S nezřetelností vzrůstá přirozeně i nepřesnost v odhadu.

3. Rozsah zorného pole pro odhad velikosti předmětů (úhlů) v indirektním vidění

Vnímané tvary vnějších předmětů nejsou něčím konstantním, pevným, jako jsou naše pojmy tvarů, nýbrž podléhají různým změnám. Vzniká otázka, který tvar objektu v tomto stálém proudu změn máme považovat za normální a který za jeho modifikaci.

V této studii budeme za normální subjektivní formu (tvar) objektu považovat formu, kterou vnímáme ve vidění direktním, je-li oko v primárním postavení, nesrovnalosti tvarové, vyvolané změnou různých podmínek, za úchytky a modifikace normálního tvaru objektu.

Změníme-li podmínky tak, že ponecháme nehybné oko v primárním postavení, ale vyšineme objekt z jeho normální polohy, takže optický obraz objektu zasáhne periferní část sítnice, změní se subjektivně i normální tvar objektu, tj. tvar je modifikován. Tvarové modifikace vyvolané vlivem změněného topického podráždění retiny, jak z našich pozorování vyplývá,⁶³ nejsou stejné při podráždění kteréhokoliv periferního místa sítnice, což má vliv i na odhad velikosti. Na základě naší zjištěných změn v *indirektním vidění lze rozlišit 6 retinálních pásem*, počínaje od nejzazší periférie k centru sítnice. Hranice mezi jednotlivými pásmy nedají se přesně zjistit. V každém pásmu dá se stanovit několik typických znaků, kterými se dojmy z jednotlivých pásem od sebe liší.

V *prvním pásmu* je typickým znakem *nemožnost rozlišovat části tvaru*. Určovat velikost za daných okolností je nemožno. Poznat normální objektivní formu plošného úhlu v prvním pásmu na okraji zorného pole nelze.

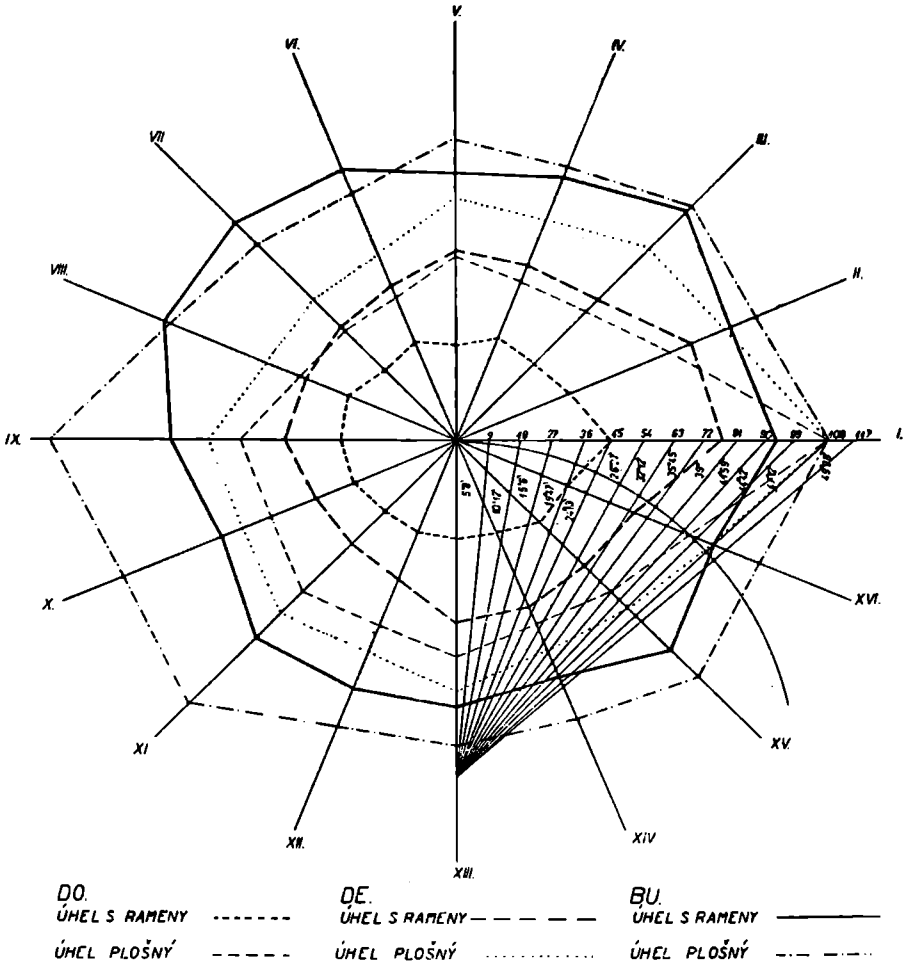
V *druhém pásmu*, tedy o něco blíže k foveji centralis, uvědoměný obsah se změní. Původní neurčitá skvrna z prvního pásma nabývá v druhém pásmu určitější formy. Pokusné osoby dovedou již *rozpoznat* aspoň *rozdíly velikosti*. Poznávají, že skvrna je větší nebo menší nežli předcházející. pozmění-li se značněji velikost úhlového sektoru.

V *třetím pásmu* počínají se objevovat poněkud *určitější obrysy okrouhlých nebo eliptických forem*. U menších úhlových ploch (ostrých úhlů) převládají okrouhlé formy, u větších ploch (tupých úhlů) eliptické.

Ve *čtvrtém pásmu* vnímáme *zřetelněji* aspoň *některé části tvaru*, např. pokusná osoba vidí zřetelněji již rameno úhlu nebo oblouk nebo některou jejich část. Popsaná čtyři pásma zabírají zhruba vnější polovici periferní retiny.

V *ředposledním pátém pásmu* periferní sítnice vnímáme různě modifikovaný tvar již tak, že můžeme z vjemu formy *usoudit i na velikost úhlu*, poněvadž lze tu již rozlišovat části obrysu tvaru. Hranice pátého pásma zaujímá s pásmem šestým (toto pásmo zabírá oblast asi v rozsahu 10° od fovey centralis) dohromady něco více než (střední) polovici čivé části retiny. Individuální rozloha pátého pásma je různá (srov. obr. 2). Hranice pátého pásma tvoří kružnici, nýbrž nepravidelnou křivku. Nejdále je posunuta hranice zorného pole na horizontálním vnějším polomeridiánu I., který odpovídá nasální části sítnice. Počátek určitějšího vidění forem je na jednotlivých polomeridiánech různě daleko od fovey centralis. Nejcitlivější je pro vnímání forem nasální část horizontálního polomeridiánu

(I.) a horního vertikálního polomeridiánu retiny (XIII.) a oblast sítnice, ležící mezi těmito polomeridiány (XV.). Na ostatních polomeridiánech, zvláště na V. a VII., je zorné pole pro vnímání tvarů zúženo, takže křivka ohraničující zorné pole, v němž je tvar již tak viditelný, že lze z něho usuzovat i na velikost úhlu, není kružnice, nýbrž nepravidelný tvar. Tato *nepravidelnost plochy zorného pole*



Obr. 2.

je zčásti podmíněna i tvarem nosu, oční dutiny a obličejce. *Rozsah zorného* (zrakového) pole je také závislý na velikosti objektu, na jeho světlosti. U našich pokusných osob (srov. obr. 2) byl rozsah zorného pole větší pro plošné sektory, tj. pro větší plochy téže homogenní světlosti (kvality), než pro úhly s rameny, tj. menší plochy téže homogenní světlosti. Že rozsah zrakového pole závisí také na velikosti zkoumaného objektu, ukázal později (v r. 1939) také Traquair.⁶⁴

Podle Schobera⁶⁵ se zmenšuje rozsah zorného pole únavou, nedostatkem kyslíku, oslněním, psychickým odklonem aj. Rozsah zorného pole, jak uvádí Schober, se významně zúžuje pro nedostatek kyslíku u výškových letců nebo horolezců. *Relativní zvětšený rozsah zorného pole pro vnímání tvaru a velikosti* oproti osobám vidoucím normálně barvy jsme zjistili u *částečně barvoslepého* Bu pro červec a zelen (srov. obr. 2, Bu). Bu spatřil tvar úhlu dále od fixačního bodu na periferii zorného pole než ostatní zkoušenci. Poněvadž jsem podrobně zdůvodnil svou hypotézu, kterou je možno vysvětlit tento jev, ve své studii „Vnímání tvarů v indirektním vidění u barvoslepého“,⁶⁶ omezím se tu jen na závěr svých vývodů. Domnívám se, že k zvětšení zorného pole pro vnímání tvarů (forem) přispívá u barvoslepého v prvé řadě nulnost zaměřovat svou pozornost při poznávání předmětů více k jejich formě než barvě, což po dlouholetém cviku vede k zvýšené schopnosti pro vnímání forem v direktním vidění. To potvrzují i barvoslepi. R. B. Hayward,⁶⁷ který trpěl barvoslepostí, praví, že to oko, které má nejnepatrnější schopnost pro vnímání barev, zároveň je nejspolehlivější pro vnímání forem. Podobný úkaz pozoroval na sobě L. Marschal.⁶⁸

Tato fakta vysvětlují jen část fenoménu, totiž zvýšenou schopnost vnímat formy předmětů ve vidění direktním. Zbývá ještě vyložit možnou příčinu rozšíření zorného pole pro vnímání tvaru v indirektním vidění.

Kloním se k domněnce, že kvantita rozsahu zorného pole pro zřetelné vnímání forem (tvaru) je také podmíněna i stupněm možné částečné substituce extrafoveálního vjemu vybaveninou (představou) určitého tvaru (formy) ze stop po dřívějších vjemech zvidění z direktního vidění vzniklých při foveálním podráždění, jde-li o pozorování předmětu nám známého nebo podobného známého předmětu. V takovém případě stačí i slabší impuls vjemu z periferního vidění k současnému vybavení představy získané z direktního vidění a může spojením vjemu s představou nastat částečná substituce vjemu představou. Vybavená představa může přispět i k zřetelnějšímu vidění nepřímo pozorovaného předmětu. Tím, že podráždění periferní retiny může uvést do vzruchu i stopy po minulých dojmech z direktního vidění, může se oblast zřetelného vidění v periferním zorném poli rozšířit. Domnívám se, že v této okolnosti by bylo snad možno hledat vysvětlení relativního zvětšení rozsahu zorného pole pro zřetelné vnímání tvaru u parciálně barvoslepého v indirektním vidění.

Z výše uvedených činitelů, které ovlivňují rozsah zorného pole pro odhad velikosti předmětů (úhlů), je patrné, že jeho rozsah je závislý na četných činitelích anatomických, fyziologických i psychologických, které jsou ovšem také fyziologicky podmíněny.

4. Příčiny poklesu v přesnosti odhadované velikosti v indirektním vidění

Změna sítnicového obrazu — recte změna dojmů zrakových — vede také k rozlišování soudu o velikosti v direktním a indirektním vidění. Jestliže souzení o velikosti děje se také na základě vjemů zrakových, pak nemůže změna zrakových dojmů zůstat a priori souzeno bez důsledků na odhad velikosti. A posteriori je to prokázáno. Optická složka se vlivem různého topického podráždění retinálního modifikuje. Vnímání velikosti je však přímo závislé na zřetelnosti vnímaného tvaru, neboť tvar, jehož velikost mám určit, musí být do té míry zřetelné

vnímán, abych si mohl na základě vjemu uvědomit přesně poměr jeho jednotlivých složek navzájem, a pak teprve mohu podle nějakého kritéria stanovit jeho velikost.

Je-li první podmínkou ke vzniku soudu o velikosti možnost přesného vnímání vizuálního rozlišování relačních členů (ramen a, b), divergence směrové, veče nemožnost nebo nepřesné vnímání relačních členů nutně k nepřesnému určení jejich prostorových vztahů a eventuálně k nemožnosti určení těchto vztahů. Nemožnost určení těchto vztahů je charakteristickou známkou retinálního pásma prvního. Důsledkem toho je také nemožnost vytvořit si tu soud o velikosti úhlu. V druhém pásmu nerozlišujeme rovněž ještě relačních členů, a proto soud o velikosti úhlů je vyloučen. Je tu pouze možnost při sukcesivní expozici dvou rozdílně velkých sektorů rozpoznat „větší“ a „menší“ sektor. Podobně je tomu v pásmu třetím. Teprve v pásmu čtvrtém lze vyslovit soud o velikosti u úhlu pravého, ale je velmi problematický. V pátém pásmu nastává možnost vizuálního rozlišování relačních členů, ale poněvadž tvary, jak jsme ukázali, jsou různě modifikovány, jsou soudy o velikosti rovněž dosti problematické a kolísavé. Teprve v šestém pásmu vzniká soud o velikosti úhlu celkem normální. Pokles v přesnosti odhadu velikosti v indirektním vidění je tedy přímo závislý na optické složce vjemové. Poněvadž se změnou optické vjemové komponenty průběhem dopadu optického obrazu objektu na různá místa retinální od fovey centralis, počínajíc směrem k periférii, ubývá možnosti vizuálního rozlišení části objektu, vnímání polohy divergentních ramen, má to za následek zvýšenou nepřesnost v odhadu velikosti úhlu v indirektním vidění (srov. obr. 3 a tab. 10 a 11, kde menší hodnoty $\frac{\Delta r}{r}$ znamenají přesnější odhad).

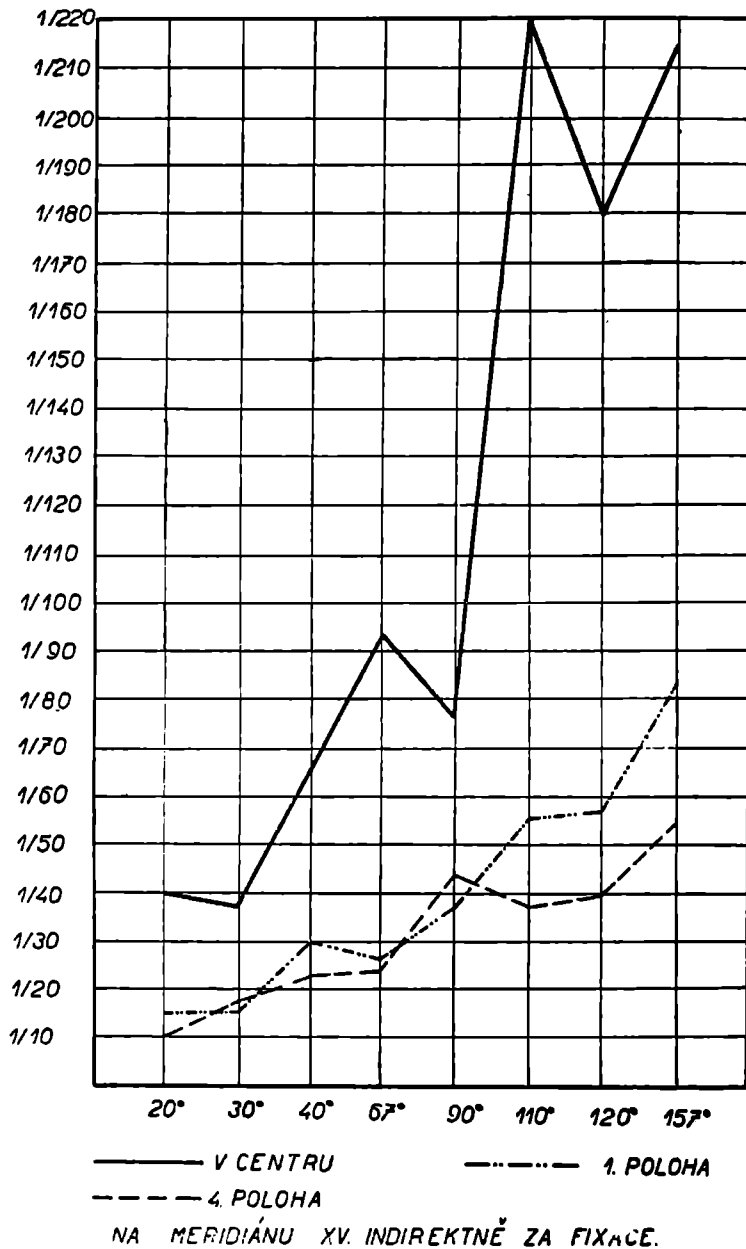
Výrazem pro přesnost odhadu velikosti jsou hodnoty F_m/M . Tyto hodnoty nejsou, jak z tabulek 4, 5, 6 vysvitá, stejné, jestliže optický obraz úhlu dopadá na různé okrsky periferní retiny. Srovnej také obr. 3, který znázorňuje zvýšenou přesnost při pouhém srovnávání oproti odhadu velikosti. V indirektním vidění zvětšuje se také průměrná chyba (mV) při odhadu velikosti oproti direktnímu vidění (srov. tab. č. 14).

Tabulka 14

Průměrná variace mV ze všech poloh v indirektním a direktním vidění

	Indir. vid.	Dir. vid.		Indir. vid.	Dir. vid.
16°	4,21°	2,29°	90°	2,54°	0,62°
30°	6,10°	1,70°	120°	6,72°	2,67°
45°	8,52°	3,13°	135°	8,95°	2,96°
60°	8,00°	2,99°	157°	8,73°	2,19°
81°	5,00°	2,66°	170°	5,91°	1,56°

GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ $1/F_{\text{m}}/M/ \Delta r / r$ V CENTRU PŘI
 METHODĚ ÚPLNÝCH ŘAD A V POLOZE 1. A 4.



IV

Z á v ě r

1. Námi zjištěná *neplatnost Weberova zákona pro srovnávání (odhad) velikosti úhlů* u plošných černých sektorů (výsečí) a u úhlů s rameny, pozorovaných *v indirektním a direktním vidění*, je také podmíněna podle naší domněnky nejen různosměrnými exkursemi oka a jejich příslušnými pohybovými počítky, svalovými počítky, odlišnými od svalových počítků při srovnávání přímek, ale i různými komplexnějšími podněty a soudy o velikosti různých úhlů, než jsou soudy při srovnávání velikosti přímek. Tyto soudy dějí se podle více a jiných kritérií, poněvadž směr měnícího se ramene úhlů různých velikostí se mění při srovnávání velikosti a je u každého úhlu jiný. Na odhad velikosti úhlů má vliv i různě veliká plocha mezi rameny úhlů, zejména u úhlů ostrých a tupých. Také podněty jsou u úhlů komplexnější než u přímek. Proto povaha procesu při srovnávání (odhadování) velikosti úhlů je kvalitativně odlišná (i při redukcí odhadu jen na odhad velikosti příslušných obloukových segmentů jednotlivých úhlů) od optického srovnávání velikosti přímek. Nesrovnáváme délku linií, nýbrž velikost rozevření dvou ramen (linií) divergentního směru. Proto reflexní mechanismus při odhadování a srovnávání úhlů je složitější než při srovnávání přímek. Dosa- vadní výzkumy potvrdily, že Weber—Fechnerův zákon má platnost omezenou, že platí jen pro určité střední intensity podnětu. Zdá se, že jednou z příčin jeho omezené platnosti u zraku je vedle stupně intensity podnětu i komplexnost pod- nětu.

2. *Odhad (srovnávání) velikosti úhlů (předmětů) pro neostrost, pro nezřetel- nost vnímaného tvaru (podmíněnou ubýváním čípků směrem k okraji sítnice) není možný v celém zorném poli*, nýbrž jen v zóně, kdy obraz předmětu leží na sítnici, asi 20—49° od fovey centralis, při čemž větší předměty (plošné úhly s větší homogenní černou plochou) byly *poznávány* a jejich úhlové velikosti odhadovány *dále od fovey centralis než menší předměty* (úhly s rameny s menší homogenní černou plochou) (srov. obr. 2 a tab. č. 2, 3, 4, 5, 6). Velikost plošného úhlu 16° byla odhadována nejdále od fovey centralis na poloze 9. (41°59'), ploš- ného úhlu 30° na 10. (44°42'), plošného úhlu 45° a větší úhly ještě na 11. (49°28') poloze. *Rozsah zorného (zrakového) pole* pro odhad velikosti je *indi- viduálně různý*. Tvar tohoto zorného pole je *asymetrický* (srov. obr. 2). *Zvětšený rozsah zorného pole barvoslepečého* zkoušence závisí pravděpodobně na částečné substituci vnímaného známého tvaru předmětu reprodukovanou představou tvaru, získanou při jeho vnímání v direktním vidění. Reflexní mechanismy tohoto percepčního a apercepčního procesu neznáme.

3. *Odhad velikosti úhlů (předmětů) je také závislý na jeho prostorové poloze*. Úhly téže velikosti tvarově kongruentní, lišící se však různou prostorovou po- lohou, byly odhadovány s menší přesností, neleželo-li horizontálně žádné jejich rameno.

4. *U úhlů tvarově větších* projevovala se tendence k *přeceňování* velikosti úhlu.

5. *Přesnost v odhadování velikosti úhlu (předmětu) klesá se vzdáleností jeho retinálního obrazu od fovey centralis*, poněvadž se vzdáleností obrazu od fovey centralis ubývá zřetelnosti vnímaného tvaru.

6. *Indirektně viděný tvar* je oproti direktně viděnému tvaru v trvání značně

labilnější, snadněji se pozměňuje a stává se neurčitým. Tento znak proměnlivosti je typický pro všech pět retinálních pásem. Proto *soudy o velikosti úhlu* (předmětu) indirektně viděných, vyjadřované počtem stupňů (i srovnáváním úhlů), jsou *neurčitější*, neboť se změnou formy mění se i jeho velikost.

7. Je-li v zorném poli více různých předmětů, což je za normálních okolností téměř vždy, pak si neuvědomujeme v daném okamžiku všechny jejich části, zobrazené na sítnici, ani v direktním ani v indirektním vidění, a i zřetelně uvědomněné části v celistvém vjemu zorného pole se během vnímání zčásti vyměňují za jiné části zorného pole, takže si neuvědomujeme stále tytéž části zorného pole, i když předměty v zorném poli zůstávají beze změny. *Vjemová struktura zorného pole není statická, je dynamická a kusá*. Proto při řízení vozidla, při chůzi, při pracovní činnosti, při hře aj. *občas něco „přehlédneme“, neodhadneme také vždy správně velikost, vzdálenost předmětů*. Vysvětlit úplně reflexní mechanismus této vjemové dynamiky se dosud nepodařilo.

Zatím víme, že *kvalita vjemové struktury závisí na tom, jak se vytváří soustava podmíněných spojů* v centrální nervové soustavě. Poněvadž si neuvědomujeme všechny části předmětů, zobrazených na sítnici, plyne z toho, že se při vytváření soustavy podmíněných spojů uplatňuje selekční faktor, jehož činnost je závislá na průběhu procesů podráždění a útlumu v nervové soustavě. *Tato selekce je ovlivňována i strukturou pozorovaných objektů v zorném poli*, jak jsem experimentálně zjistil v psychologickém ústavě na filosofické fakultě v Brně při cvičeních s posluchači při krátkodobé tachyskopické expozici, která vylučuje v tak krátké době (ve zlomku vteřiny) překládat fixaci očí a původní spontánní koncentraci pozornosti postupně na různé části objektů v zorném poli. Pokusným osobám byly exponovány různé malé černé útvary, nakreslené na bílém kruhu, jehož část (kruhová výseč 45°) byla červená. U všech pokusných osob ve vjemové struktuře prevalovala při prvním krátce trvajícím podnětu červená výseč. Černé útvary byly vnímány nezřetelně (ač jsou při delší expozici zřetelně vnímatelný) anebo nebyly vůbec zčásti postřehnuty.

Provedená analýsa zjištěných faktů ukázala, že vnímání a odhad (srovnávání) velikosti předmětů (úhlů) v indirektním vidění je závislé na těchto základních faktorech:

- a) na vnějším podnětu, jeho struktuře a umístění v prostoru,
- b) na úpravě (transformaci) podnětu světlolomnými médii,
- c) na různém topickém podráždění retiny podnětem, na vzruchu a nervových procesech, vznikajících na jeho základě,
- d) na kvalitě zrakových počítků,
- e) na kvalitě svalových počítků, vznikajících při pohybu očí (popřípadě i při akomodaci očí),
- f) na reprodukci představ, na různých druzích soudů o velikosti, jakož i na celé dosavadní zkušenosti a cviku,
- g) na dynamice vjemové struktury,
- h) na rozdílu uvědoměných obsahů z direktního a indirektního vnímání a z různých míst (částí) indirektního vidění.

Tyto faktory se uplatňují při vnímání velikosti předmětu různě, jsou v různých vztazích, působí celistvě v jednotě, takže je nutno jejich účín experimentálně zjišťovat.

Neznáme dosud všechny zákony vnímání, jež bezprostředně odráží předměty reálného světa, jež působí na naše čidla. Jejich znalost pomůže nám řešit řadu

takových problémů v praktické činnosti, jejíž úspěch je do značné míry na optickém vnímání závislý (např. u letců, řidičů, jeřábníků aj.) Rychlé a správné vnímání velikosti, tvaru a vzdálenosti předmětů v zorném poli umožňuje rychlou orientaci v prostoru, účelnou sensomotorickou reakci a cílevědomé řízení volních pohybů při jakékoli pracovní a jiné činnosti, v níž se zrková složka uplatňuje.

POZNÁMKY

¹ V práci jich jako synonymum také užívám.

² L. Luciani, Physiologie des Menschen IV, Jena 1911, str. 327—328, podává ještě přesnější vymezení hranic direktního vidění: „Paprsek jdoucí fixačním bodem splývá se zornou osou dohromady, která s geometrickou nebo optickou osou očního jablka tvoří úhel 3,5—7°. Tento úhel nazývá se zorný úhel a vidění ve směru zorné osy uvnitř variačních hranic zorného úhlu označuje se jako direktní vidění v protívě k indirektnímu, které se děje periferní částí sítnice, která obklopujíc maculu luteu rozprostraňuje se až k ora serrata.“

³ Nemesius, περί ὄψεως ἀνθρώπου poč. 7. kap. praví: „Geometrii popisují jistě kužely, které vznikají setkáním z očí vycházejících paprsků. Věří totiž, že pravé oko paprsky nalevo, levé napravo vysílá a že setkáním kužel se vytvoří. Odkudž také přichází, že oko mnohé zároveň může přehlédnout, že však jen tam, kde paprsky se setkávají, zřetelně vidí.“ (Srov. E. Wilde, Gesch. d. Optik, vom Ursprunge dieser Wissenschaft bis auf die gegenwärtige Zeit I, Berlin, str. 2). Čeho se tato nezřetelnost týká, zda jen tvaru nebo i barevné kvality, nedá se zjistit.

⁴ Srov. A. R. Haas, Antike Lichttheorien, Archiv f. Gesch. d. Philosophie XX (N. F. 13), 356.

⁵ Srov. Cl. Baumker, Witelo ein Philosoph und Naturforscher des XIII. Jahrhunderts, Münster 1908, Beiträge zur Gesch. der Philosophie des Mittelalters III. II. 2. str. 227. H. Bauer, Die Psychologie Alhazens auf Grund von Alhazens Optik, Münster 1911, Beiträge zur Gesch. d. Philosophie des Mittelalters X, H. 5, str. 16, 17, 32, 33, 38.

⁶ Srov. Baumker, Witelo, str. 614, 615, 620, 621. Baumker v téže spise otiskl původní latinský text Witelovy Perspektivy, pokud je pro psychologické názory důležité.

⁷ H. Magnus, Die Anatomie des Auges bei den Griechen und Römern, Lipsko 1878, str. 17.

⁸ Kepler, Ad Vitellonem Paralipomena ... str. 200.

⁹ J. S. Porta, objevitel camery obscury, s níž případně oko srovnává, přijímá ještě rovněž dokončení obrazu v čočce (srov. Wilde, Gesch. d. Optik, 112, 114, 117).

¹⁰ Srov. Wilde, str. 251.

¹¹ Srov. Wilde, str. 251.

¹² Philos. transact. 1668, t. II, p. 668, t. IV, p. 1023, Oeuvres de Mariotte, Leide 1717, p. 496 v dopise Pecquetovi. (Srov. Wilde, str. 252—253.)

¹³ Phys., t. V., str. 477 (srov. Klemm, Gesch. d. Ps., str. 331).

¹⁴ Trozler, Über das Verschwinden gegebener Gegenstände innerhalb unseres Gesichtskreises, Ophthalm. Bibliothek. Jena 1804 (srov. E. R. Jaensch, Zur Analyse der Gesichtswahrnehmung, Lipsko 1909, Zeitschr. f. Psych. u. Phys. d. Sinnesorgane. Erg. B. IV, str. 2).

¹⁵ J. E. Purkyně, Beobachtungen u. Versuche zur Physiologie der Sinne II, 1823, 1825, str. 3 a n. Purkyně již před sto lety shrnul výsledky svých pozorování o indirektním vidění v soustavnou kapitolu.

¹⁶ A. Kirschmann, Die Farbenempfindung im ind. Sehen, Wundtsche Phil. Stud. 8, str. 592.

¹⁷ Hellpach, Die Farbenempfindung im ind. Sehen, Philos. Stud. 15.

¹⁸ Graefes Archiv XXXII₁; srov. Kirschmann, Philos. Stud. VIII, str. 593.

¹⁹ D. Capek, Fysiologie letce, Praha 1948, str. 46.

²⁰ Tamtéž, str. 57, 58.

²¹ F. C. Müller Ljer. Zur Lehre von den optischen Täuschungen. Zeitschr. f. Ps. u. Phys. d. S., Bd. 9, 1896, str. 6.

²² Fr. Krejčí. Ps. IV, 218, 219.

²³ E. H. Weber, Der Tastsinn u. das Gemeingefühl, Wagners Handw. d. Phys., Bd. 3, Abt. 2, str. 560, 561.

²⁴ Tamtéž praví: „Die Auffassung der Verhältnisse ganzer Größen, ohne daß man die Größen durch einen kleineren Maßstab ausgemessen und den absoluten Unterschied beider kennen gelernt hat, ist eine äußerst interessante psychologische Erscheinung.“

²⁵ Kdežto E. Higier, Experim. Prüfung der psychophysischen Methoden im Bereiche des

Raumsinnes der Netzhaut, (Phil. Stud. VII, 232 a n.) dospěl k závěru (na str. 238): „Das Webersche Gesetz muß also für die Augenmaßversuche als nicht geltend ausgedehnt werden“ (pro hranici 10—250 mm) (pokusy jeho však nejsou bez námitek), zjištěli jimi badatelé platnost Weberova zákona. Tak Kirschmann (Grundzüge der psychologischen Maßmethoden, Abderhaldens Handb. VI, A, Viedeň 1926, str. 410); A. Volkmann (Physiologische Untersuchungen im Gebiete der Optik I, 1863, str. 117, 122) pro hranici mezi 5—240 mm; G. Th. Fechner (Elemente der Psychophysik I, Lipsko 1889, II. vyd., str. 214) pro hranici 16—80 mm; J. Merkel (Phil. Stud. V, 557) pro hranici 1—500 mm; W. Wundt, (Vorlesungen über die Menschen und Tierseele, Lipsko 1914, 5. vyd., str. 166, 167) praví: „Právě tak jako při intenzitě počítkové můžeme také tu (sc.) při srovnávání velikostí dvou přímek (měřením) pevně stanovit, o kolik dvě velikosti musí být rozdílny, aby tato různost byla právě poznatelná.“ Výsledek těchto pokusů jest, že „přírůstek prostorové vzdálenosti, která právě ještě je pozorována, jest k celkové vzdálenosti vždy ve stejném poměru“ čili platí tu Weberův zákon.

²⁶ V citovaných dílech v poznámce 25.

²⁷ A. Keiter, C. Franz, Versuche über das Vergleichen von Winkelperschiedenheiten, Zeitschrift f. Ps. u. Phys. d. Sinnesorgane 11, 1896, str. 321.

²⁸ St. Witasek, Versuche über das Vergleichen von Winkelperschiedenheiten. Zeitschrift f. Psychologie und Phys. d. Sinnesorgane 11, 1896, str. 321 a n.

²⁹ Bonaventura Enza, La vista e il tatto nella precisione dello spazio. Riv. di psicol., roč. 17, 1921, str. 35 a n., 119 a n., 227 a n. Srov. ref. Rud. Allerse, Berichte über die ges. Physiologie 11, 1922, str. 530.

³⁰ J. Merkel, Die Methode d. mittl. Fehler, experimentell begründet durch Versuche aus dem Gebiete des Raummaßes, Phil. Stud. IX, str. 187, 188, stanovil, že ke zkoušení Weberova zákona přichází v úvahu metody středních chyb v první řadě „in allen Gebieten, welche eine stetige Steigerung der Reize gestatten (Raum- und Zeitmaß-, Bewegungs-, Licht- und Temperaturempfindungen).

³¹ E. Mach, Über das Sehen von Lagen und Winkeln durch die Bewegung des Auges, Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaft, Bd. 53, 1861, str. 215 a n., klade si za úkol zjištit, čím je charakterisována poloha a její citlivost pro změnu polohy různá. — M. Lobsenz, Zeichnen und Sehen, Zeitschr. f. angewandte Psychologie 20, H. 1, 2, str. 89 a n., 1922, zkoumal žáky 4.—9. škol. roku střední školy chtěje stanovit, zda poloha a vzdálenost místa od objektu má vliv na odhad velikosti a zdali se uplatňuje vliv stáří. Za objekty volil úhly. Žáci měli za úkol z paměti po fixaci nakreslit dva úhly, jež pak měřil a srovnával. Problém a metody práce jsou odlišny od našeho úkolu.

³² A. Kirschmann, Die Farbenempfindung im indir. Sehen, Wundtsche Philos. Studien 1893, B 8, str. 592.

³³ Hellpach, Die Farbenwahrnehmung im indir. Sehen, Wundtsche Philos. Studien, B 15.

³⁴ Srov. V. Chmelař, Vnímání tvarů v indirektním vidění, Psychologie III, 1937, str. 176 a n.

³⁵ Srov. V. Chmelař, Rychlost sukcesivního optického postřehu jednotlivých částí složitého předmětu a jeho vjemová struktura, Psychologie XI, 1949, str. 143.

^{36a} Veškerá statistická data jsou v mé nepublikované práci „Vnímání tvarů a souzení o velikosti úhlů indirektním vidění“, jež je uložena v archivu Karlovy university v Praze.

^{36b} Versuch einer neuen Theorie der Gesichtswahrnehmung, Die Theorie der Gesichtswahrnehmung, P. R. Schmidt, Philos. Bibliothek 143, Lipsko 1912, str. 1, 36, 129.

³⁷ J. Müller, Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes des Menschen und der Tiere, 1826 (srov. O. Klemm, Gesch. d. Ps., Lipsko 1911, str. 337).

³⁸ Weber, Der Tastsinn ..., str. 524, 525.

³⁹ A. W. Volkmann, Sehen, Wagners Handw. d. Physiologie III, Abt. I, 1846, str. 340.

⁴⁰ Spencer, Die Principien d. Ps., Stuttgart 1882, P. B. Vetter podle III. angl. vyd., str. 191.

⁴¹ Srov. Fr. Krejčí, Ps. pro šk., 46.. Hueck (srov. Volkmann, Sehen, str. 339) dokázal, že si uvědomujeme změnu při zkrácení svalu o 1/6000 jeho délky.

⁴² Volkmann, c. d., str. 340.

⁴³ Fr. Krejčí, Ps. II, str. 178, 179.

⁴⁴ De la recherche de la vérité, 1675, XI. (srov. Klemm, Gesch. d. Ps., str. 242).

⁴⁵ J. Fr. Herbart, Psych. als Wissenschaft neu gegründet auf Erfahrung, Metaphysik u. Mathematik I, 1824, S. W. ed. K. Kehrbach, Bd. V, str. 185.

⁴⁶ J. Fr. Herbart, Über die Möglichkeit u. Notwendigkeit Mathematik auf Psychologie anzuwenden, S. W., Bd. V, str. 98. Pokusy o užití matematiky v psychologii vyskytly se již před Wolffem, který rovněž psychometrii za možnou uznával. (Srov. W. Volkmann v. Volkmar, Lehr. d. Ps., I², 1875, II², 1885, str. 479, 480.)

^{46b} E. H. Weber, Der Tastsinn und das Gemeingefühl, Wagners Handw., III², str. 559—561.

⁴⁷ *Fechner*, *Elemente der Psychophysik*, str. 64, nazval Weberem pozorovaný jev Weberovým zákonem. Weberův zákon pojmenovaný tak Fechnerem byl již mnohem dříve anticipován. Se základní myšlenkou Weberova zákona setkáváme se již v *Optice Alhazenově* (srov. H. Bauer, *Die Psych. d. Alhazens*, str. 71). Také *Buridan* pozoroval, že nevnímáme malých změn světelných, změnil-li se nepatrně popud. V 18. stol. *Lambert* hledá diferenci dvou světlostí, které při vnímání zrakem považujeme za stejné. Jeho současník *P. Bouguer*, jehož pokus se dosud demonstruje jako příklad platnosti Weberova zákona, našel, že intenzita světelná se musí o 1/64 zvětšit, má-li být přírůstek její poznatelný (srov. *Klemm*, G. d. Ps., str. 245, 246, 247).

⁴⁸ *Krejčí*, *Novější směry v psychologii*, *Čas. Musea král. Českého*, LXVIII, 1894: Zkoumání platnosti Weberova zákona je rozšířeno i na říší rostlinnou a živočišnou. *Fröhlich* měřil akční proud u cephalopodů při dráždění sítnice světelnými paprsky a zjistil, že akční proud roste v poměru logaritmickém vůči síle popudů. Nervová struktura reagovala by podle těchto zjištění podle Weberova zákona (srov. *Akad. př. Forsterovy*). *Pfeffer* (srov. T. *Ziehen*, *Leitfaden der physiol. Psychologie in 15 Vorlesungen*, 8. Aufl., Jena 1908, str. 40) dokázal, že reakce vláken kapradinových v roztoku kyseliny jablečné dějí se ve smyslu zákona Weberova. *Fr. Mareš*, *Fysiol. I*, Praha 1906, str. 116, uvádí, že velikost svalové reakce neroste souměrně s intenzitou popudu.

⁴⁹ *Ziehen*, *Leitfaden*, str. 45, 40.

⁵⁰ *Wundt*, *Vorl.*, str. 41, uvádí pro svalový počitek kvocient 1/40.

⁵¹ Jméno pochází od G. E. *Müllera*. Metoda úplných řad zpracovává častost soudů „větší“, „menší“, „stejný“ podle formulí vypozených na základě počtu pravděpodobnosti. Podle jejich vzorců jsou zpracovány i výsledky v tabulkách č. 10, 11, 12, 13 (srov. *Kirschmann*, *Grund. d. psych. Maßmeth.*, str. 440—458, 461). V české literatuře pojednal o této metodě *Fr. Šeracký* (*Kvantitativní určení barev. kontrastu na rotujících kotoučích*, str. 26—29).

⁵² Segmenty kružnicové byly provedeny tuší na kartónu a tak exponovány, aby nepřímé nebo asociativní určení velikosti bylo vyloučeno.

^{53a} *Kirschmann*, *Grundzüge d. ps. Maßmethoden*, str. 410, 411.

^{53b} *St. Witasek*, *Ps. d. Raumwahrnehmung des Auges*, Heidelberg 1900, str. 27.

⁵⁴ *Ziehen*, *Leitf.*, str. 47.

^{55a} *Schober*, *Das Sehen*, 112.

^{55b} *Herbert Schober*, *Das Sehen*, Bd. I, 2. Aufl., Lipsko 1957, str. 103.

⁵⁶ *J. N. Sokolov*, *Vnímání ve světle učení I. P. Pavlova*, *Sovětská věda—Pedagogika-psychologie II*, č. 2, 1952, str. 221—223.

⁵⁷ *W. James*, *Psychologie*, 2. Aufl., Lipsko 1920, přel. M. Dürr, str. 39, 40 v pozn.: „Naše vnímání velikosti musí být vyloučeno bez zbytku podle základů moderní psychologie jako resultát polohou podrážděných míst sítnice podmíněného vnímání velikosti a vzpomínky velikosti nám sugerované známými předměty.“

⁵⁸ *W. Volkman* v. *Volkmar*, *Lehr. d. Psychologie*, II/3, str. 101. Ke klamům na základě svalových pocitů poukazuje také *Jos. Dastich*, *Empirická psychologie*, Praha 1867, str. 135.

⁵⁹ *E. Mach*, *Die Analyse der Empfindungen u. das Verhältnis des Physischen zum Psychischen*, Jena 1906, str. 89, *Mach* požaduje pro optickou podobnost stejnou směr.

⁶⁰ *Wundt*, *Vorlesungen*, 151—153.

⁶¹ Podle *W. Sterna*, *Ps. d. fr. Kindheit*, 123, jsou malé děti celkem ke změně polohy obrazu indiferentní. Se stářím však tuto vlastnost ztrácejí. *Hostinský* (*Hostinského Estetika I*, napsal *Zd. Nejedlý*, Praha 1921, str. 283—298) vysvětluje si přednost, kterou dáváme normální poloze předmětu před ostatními, z hybného aparátu oka. Podobně *Hildebrand* (srov. *K. Bühler*, *Die Gestaltwahrnehmungen I*, Stuttgart 1913, str. 1, 2).

⁶² *E. Mach*, *Über d. Sehen...*, str. 215 a n.; určování směru je také závislé, jak jsme zjistili, od polohy v excentrickém zorném poli.

⁶³ Srov. *V. Chmelař*, *Vnímání tvarů v indirektním vidění*, *Psychologie III*, str. 88—98, 1957.

⁶⁴ Srov. *Schober*, c. d., str. 92, 93, 94. Zpracované výsledky mých pozorování jsou uloženy od r. 1924 v archivu Karlovy university v Praze v mé nepublikované práci: „Vnímání tvarů a souzení o velikosti úhlů v indirektním vidění.“

⁶⁵ *Schober*, c. d., str. 92, 93.

⁶⁶ *Česká mysl*, XXII, str. 21—34, 1926.

⁶⁷ *Časopis Nature* (18. 8. 1870).

⁶⁸ *Tamtéž*, 1. 9. 1870. Srov. *Spencer*, *Die Principien d. Ps.*, B. II, v poznámce 249, 250.

ВИЛЬГЕЛЬМ ХМЕЛАРЖ

ВОСПРИЯТИЕ И ГЛАЗОМЕР ВЕЛИЧИНЫ ПРЕДМЕТОВ
В ПЕРИФЕРИЧЕСКОМ ЗРЕНИИ

Автор поставил себе целью экспериментально установить: 1) имеет ли закон Вебера силу при сравнении величины угла в центральном и периферическом зрении, 2) каким образом изменяется глазомер величины угла, если образ угла падает на различные периферические части сетчатки, если изменяется положение углов и форма и величина тех же самых углов, т. е. если изменяется длина обеих сторон углов на то же самое количество градусов, 3) каков объем поля зрения для глазомера величины углов (предметов) в периферическом зрении.

Для сравнения (глазомера) величины предметов в периферическом и центральном зрении автор использовал кампиметрическую установку (ср. рис. 1). Объектами для локального раздражения определенных частей сетчатки послужили черные секторы угла на белом фоне и углы со сторонами шириной в 2 мм, сделанные из черного ситца на белом фоне, так как ахроматические цвета воспринимаются всеми частями сетчатки. Углы экспонировались на 16 полумеридианах (ср. рис. 1) в следующих расстояниях от центральной ямки сетчатки (fovea centralis): 5°, 10°, 15°, 19°, 24°, 28°, 32°, 35°, 39°, 41°, 44°, 47°, 49°. Дальше от нее глазомер величины угла был невозможен. Кроме того угол со сторонами, заключающими 53°, передвигался от крайней периферии к центру поля зрения.

Все наблюдения в периферической области поля зрения проводились монокулярно правым неподвижным глазом, находящимся в первичном положении. Всего было проведено с девятью подопытными лицами больше 30 000 отдельных наблюдений. Подопытные лица рисовали наблюдаемую ими форму, определяли ее величину в градусах и при помощи метода непрерывных рядов сравнивали величину (основной раздражитель) углов напр. в 30° с углами, содержащими больше или меньше, чем 30°, или с равными углами. Подопытные лица также сказали, каким образом они дошли к определению величины отдельных углов. Некоторые углы экспонировались во всех положениях (ср. рис. 1), а именно: в положении α , когда одна сторона угла находилась в горизонтальном положении, в положении β , когда предыдущее горизонтальное положение стороны угла изменилось на 25° по направлению движения часовой стрелки, и в положении γ , когда положение вышеприведенной стороны угла изменилось на 127°. Таким образом, можно было исследовать, какое влияние оказывает на глазомер величины измененное положение предметов одинаковой величины и конгруэнтной формы.

Чтобы сравнить результаты глазомера и сравнения величины предметов в периферическом и центральном зрении, автором было проведено сравнение величин углов, находящихся также в центре поля зрения (в центральном зрении). Для статистической обработки результатов вышеприведенного исследования автор использовал метод средних ошибок и метод непрерывных рядов. Результаты приводятся в таблицах 4—13. Там же приводятся величины $\frac{\Delta r}{r}$, одинаковое отношение которых для всех величин нормального раздражителя к сравниваемому раздражителю свидетельствует о силе закона Вебера.

Автор установил,

1. что закон Вебера не имеет силы при глазомере величины углов в центральном и периферическом зрении (таблицы 10, 11, 12, 13),

2. что нельзя определить величину углов (предметов) на всем поле зрения, а только в той его зоне, когда образ предмета находится на сетчатке приблизительно в 20°—49° от центральной ямки (ср. рис. 2),

3. что объем поля зрения увеличивается у людей с цветовой слепотой на красный и зеленый цвет (ср. рис. 2),

4. что глазомер величины зависит от величины и положения углов,

5. что формы, воспринимаемые в периферическом зрении, являются более лабильными, чем в центральном зрении и поэтому их глазомер оказывается менее определенным, так как с изменением формы предмета изменяется и его величина,

6. что структура восприятий в периферическом и центральном зрении является динамичной, неустойчивой и неполной (она никогда не содержит все части сложного предмета) и зависит от выработки условных рефлексов.

Автор думает, что закон Вебера не имеет силы, между прочим, потому, что он также

обусловлен при сравнении величины углов более комплексными раздражителями и суждениями и движениями глаз в различных направлениях, между тем как этот закон имеет силу сравнении линий. Ограниченность объема поля зрения объясняется невозможностью четкого восприятия формы всей периферической части сетчатки (количество колбочек в периферической части сетчатки уменьшается). Увеличенный объем поля зрения у людей с частичной цветовой слепотой объясняется скорее всего частичной субституцией восприятия представлением о форме угла.

Автор показывает, что восприятие и глазомер (сравнение) величины предметов (углов) в периферическом зрении зависит от следующих основных факторов:

- а) от внешнего раздражителя, его структуры и помещения в пространстве,
- б) от трансформации раздражителя теми частями глаза, которые преломляют световые лучи,
- в) от разнообразного топического раздражения сетчатки раздражителем, от возбуждения и нервных процессов, возникающих в результате воздействия этого раздражителя,
- г) от качества зрительных ощущений,
- д) от качества мышечных ощущений, возникающих при движении глаз (или же при аккомодации глаз),
- е) от воспроизведения представлений, от различных суждений о величине и от всего существующего до сих пор опыта и упражнений в глазомере величины,
- ж) от динамики структуры восприятий,
- з) от различия осознанных содержаний, полученных в центральном и периферическом восприятии и от различных мест (частей) периферического зрения.

VILÉM ČHMELAŘ

PERCEPTION AND ASSESSMENT OF SIZE OF OBJECTS IN INDIRECT VISION

The author set himself the task of determining experimentally: 1. whether Weber's law holds good for the comparison of the size of angles in indirect and direct vision, 2. in what way the assessment of size of angles changes when the image of the angle falls on different parts of the peripheral retina, if the position of the angles and the size and shape of the same angles change, that is to say, if the length of the sides of the angles changes while the same objective size in degrees remains constant, 3. what is the extent of the field of vision for the assessment of size of angles (objects) in indirect vision.

For the comparison (assessment) of size of objects in indirect and direct vision the author used a campimeter apparatus (cf. ill. 1). In order to obtain an irritant local effect on certain parts of the retina he used as objects flat black angles (sectors, circular segments) on a white background, and angles whose sides were 2 mm. in width, made of black cardboard on a white background, since achromatic colours can be perceived by all parts of the retina. The angles were exposed at 16 semimeridians (cf. ill. 1) at the following distances from the fovea centralis: 5°, 10°, 15°, 19°, 24°, 28°, 32°, 35°, 39°, 41°, 44°, 47°, 49°. Further away from the fovea centralis no assessment of the size of angles was possible. Besides this the angle with sides (53°) was moved from the furthest periphery to the centre of the field of vision.

All observations in the peripheral region of the field of vision were carried out monocularly with the right eye stationary in the primary position. In all, over 30,000 individual observations with 9 subjects were made. The subjects drew the shape seen, assessed its size in degrees, and by the method of complete progressions compared the size (basic object) of angles, e. g. of 30° with angles which were larger or smaller than 30° or of the same size. They also stated how they arrived at their assessments of the size of each angle. Some angles were exposed in all positions (cf. ill. 1), namely: in position α , where one side of the angle lay horizontally, in position β , where the originally horizontally placed angle was turned 52° clock-wise and in position γ , where it was turned 127°. In this way it was possible to investigate the effect on size assessment of the changed positions of objects of the same size (of congruent shape).

In order to compare the results of assessment and comparison of size of objects in peripheral and central vision, a comparison was also carried out of the size of angles in the centre of the field of vision (in direct vision). For the statistical treatment of this material, the methods of mean error and of complete progressions were used. The results are given in tables 4—13.

In the same place there are also given the values $\frac{\Delta r}{r}$, whose similar fraction for all sizes of the normal object with the comparable object testifies in favour of Weber's law.

The author ascertained:-

1. that Weber's law of the assessment of the size of angles does not hold good for indirect and direct vision (tables 10, 11, 12, 13),

2. that the assessment of the size of angles (objects) is impossible in the whole of the visual field, and only possible in the zone within which the image of the object lies on the retina about 20°—49° from the fovea centralis (cf. ill. 2),

3. that the extent of the field of vision is enlarged in colour-blind people for red and green (cf. ill. 2),

4. that the assessment of size depends on the size and position of angles,

5. that the shapes seen in indirect vision are more labile than in direct vision and that therefore the assessment of size is less certain, since along with the change in form of the object its size also changes,

6. that the perception structure in indirect and direct vision is dynamic, changeable and partial (it never includes all the parts of a complex object) and dependent on the formation of conditioned reflexes.

The author considers that the validity of Weber's law is among other factors influenced also in the comparison of size of angles by more complex objects and judgments, and by eye movement in different directions, opposite to the comparison in the line for which Weber's law holds good. The extent of the field of vision explains the impossibility of perceiving shapes visually with the whole peripheral retina (by the diminishing of the corner of the peripheral retina). The increased extent of the field of vision is explained most probably by the partial substitution of the percept by the imagined shape of the angle.

The author shows that perception and assessment (comparison) of the size of objects (angles) in direct vision depends on these basic factors:

- a) on the external object, its structure and spatial position,
- b) on the state (transformation) of the object by refracting media,
- c) on various optical irritations of the retina by an object, on interference and the nerve processes arising on this basis,
- d) on the quality of visual sensations,
- e) on the quality of muscular sensations arising from the movement of the eye (or during eye accommodation),
- f) on the reproduction of concepts, on various kinds of judgment, on size, and on the entire earlier experience and preparation,
- g) on the dynamic of the perception structure,
- h) on the difference of the apprehended contents in direct and indirect perception and from different spots (parts) of indirect vision.